This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

552.44
K95

J. C. Brauer

Untersuchungen

an

altkrystallinen Schiefergesteinen

aus dem

Gebiete der argentinischen Republik.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde,

von der

philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

genehmigt

und nebst den angefügten Thesen öffentlich zu vertheidigen

am 10. November 1890

von

Benno Kühn
aus Lübben L.

Opponenten:

Herr Dr. phil. **Paul Schulz.**
Herr Dr. phil. **Peter Saborsky.**
Herr **Julius Romberg.**

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1890.

552.44
K95

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below.

552.44 .K95 C.1
Untersuchungen an altkrystalli
Stanford University Libraries
3 6105 032 145 984

Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. MAR. 21, 1906

The Branner Geological Library

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

Untersuchungen

an

altkrystallinen Schiefergesteinen

aus dem

Gebiete der argentinischen Republik.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde,

von der

philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

genehmigt

und nebst den angefügten Thesen öffentlich zu vertheidigen

am 10. November 1890

von

Benno Kühn
aus Lübben L.

Opponenten:

Herr Dr. phil. **Paul Schulz.**
Herr Dr. phil. **Peter Sabersky.**
Herr **Julius Romberg.**

STANFORD LIBRARY

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1890.

St

552.44
K95

243233

STANFORD LIBRARY

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger) in Stuttgart.

Nachstehende „Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik", welche ich Einer hohen philosophischen Facultät der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin als Inaugural-Dissertation einzureichen die Ehre habe, wurden von mir während des Sommer-Semesters 1889, des Winter-Semesters 1889/90 und des Sommer-Semesters 1890 im mineralogisch-petrographischen Institut hiesiger Universität ausgeführt.

Nach Beendigung meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. C. Klein, meinen Dank auszusprechen für die Zuweisung des schönen Materials, sowie für die mir bei meiner Arbeit und meinen mineralogischen und petrographischen Studien überhaupt in reichem Maasse zu Theil gewordene Unterstützung.

Gleicher Weise fühle ich mich Herrn Dr. Rinne zu Dank verpflichtet, der mir von Anbeginn meiner mineralogischen und petrographischen Arbeiten an mit Rath und That zur Seite gestanden ist.

Auch Herrn Prof. Dr. Brackebusch in Cordoba, z. Z. in Deutschland weilend, schulde ich grossen Dank; er hat mit liebenswürdigster Bereitwilligkeit auf alle meine Anfragen mündliche oder schriftliche Antwort ertheilt und sich der Mühe unterzogen, ein Verzeichniss sämmtlicher Handstücke nach den in der geologischen Einleitung angegebenen Zügen aufzustellen und jedem Fundpunkte die geographischen Coordinaten hinzuzufügen.

Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik.

Von

B. Kühn aus Lübben.

Mit einer Tafel.

Aus der reichhaltigen Sammlung krystalliner Gesteine aus dem Gebiete der argentinischen Republik, welche Herr Prof. Brackebusch dem Berliner und dem Göttinger mineralogischen Institut zum Geschenk gemacht hat, wurden mir von den altkrystallinen Schiefergesteinen die Gneisse, Glimmerschiefer, Phyllite und Quarzite zur Bearbeitung zugewiesen.

Ich unterziehe die einzelnen Glieder der altkrystallinen Schieferreihe einer gesonderten Darstellung. Bevor ich mich jedoch der ersten Abtheilung derselben, den Gneissen, zuwende, gebe ich eine kurze Übersicht der allgemeinen, geologischen Verhältnisse der archäischen Formation im Gebiete der argentinischen Republik, welche sich unter Benutzung älterer Literatur[1] vorwiegend auf schriftliche und mündliche, mir von Herrn Prof. Brackebusch zuvorkommendst zur Ver-

[1] A. Stelzner, Geologie der argentinischen Republik in R. Napp, Die argentinische Republik. Buenos Aires 1876. S. 71 ff. und derselbe: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik. I. Geologischer Theil. Cassel und Berlin 1885.

fügung gestellte Mittheilungen stützt, wobei ich für den Zweck eingehenderer Kenntnissnahme auf die im Erscheinen begriffene, geologische Übersichtskarte der argentinischen Republik nebst Erläuterungen von Herrn Prof. Brackebusch verweise.

Geologische Einleitung.

Das mächtige Andensystem, welches als grossartiges Kettengebirge den ganzen südamerikanischen Continent längs der Küste des Stillen Oceans durchzieht, zeigt südlich des bolivianischen Hochplateaus das Bestreben, die unter einander parallelen Sonderketten, aus denen es besteht, zu individualisiren. So erscheinen die von dem gemeinsamen Stamme auslaufenden Äste in den „pampinen Sierren" als selbständige Gebirge. Es sind Wellenberge eines Faltensystems, welche aus den posttertiären (diluvialen und äolischen) Bildungen der endlosen Pampasebene aufragen.

In Übereinstimmung mit der Streichrichtung der Schichten und dem Verlauf der Sättel- und Muldenaxen weisen sie eine vorwiegende Längenerstreckung von Nord nach Süd auf. Sie bilden Plateaus von verschiedener Breite und durchschnittlich 1200—2000 m Höhe; durchweg fallen die Schichten auf ihrem Ostabhang steiler, als auf ihrem Westabhang ab.

Geologisch zerfällt der ganze Complex südlich vom 24.° S. B. in drei Hauptabtheilungen, wovon die westliche und östliche cambrische und silurische Schichten als Kerngebirge aufweisen, die mittlere aber vorwiegend aus archäischen Gebilden aufgebaut ist. Der letzteren entstammt das Material zu nachstehenden Untersuchungen.

In der Cordillere selbst treten nach Prof. Brackebusch krystalline Schiefer nirgends zu Tage. Das einzige Vorkommen, welches Stelzner in dem Gebiete der Cordillere angibt[1], ein Glimmerschiefer von geringer Ausdehnung von der Punta de las Vacas, wo der Weg von Uspallata nach dem Cumbre-Pass vorbeiführt (Prov. Mendoza), gehört nach ersterem nicht hierher, sondern betrifft ein durch Contact mit Granit metamorphosirtes Sediment[2]. Ebenso verhält es sich mit dem von

[1] Beiträge: I. S. 16.

[2] H. Francke hat bereits das betreffende Gestein gelegentlich einer Untersuchung einer Suite von Stelzner gesammelter Belegstücke für kla-

Darwin[1] angegebenen, grösseren Glimmerschiefervorkommen weiter nördlich im Thale von Copiapo (Chile).

In den vorzugsweise aus krystallinen Schiefern aufgebauten pampinen Sierren ist der Gneiss das bei Weitem vorherrschende Gestein; Glimmerschiefer und namentlich Phyllite treten nur untergeordnet auf. Nicht selten finden sich Einlagerungen von Graniten, Hornblendegesteinen, Quarziten und krystallinen Kalksteinen. Wie es für die krystallinen Schiefer überhaupt charakteristisch ist, zeigen sie einen mannigfaltigen und oft schnellen Wechsel der Ausbildungsweise in übereinander lagernden Horizonten, ohne dass es bisher möglich wäre, ein Gesetz in diesem Wechsel ausfindig zu machen und ein auch nur für kleine Gebiete allgemein gültiges Profil aufzustellen.

Nach Prof. Brackebusch lassen sich in dem von ihm bereisten Gebiete folgende neun Züge (von West nach Ost) krystalliner Schiefer verfolgen:

I. Beginnt in der Nähe des hohen Schneegebirges von S. Francisco, 27° S. B., läuft in der Prov. Catamarca westlich und östlich vom Casadero, in der Prov. La Rioja: über Cumichango, Cacho und verkriecht sich westlich von Guandacol. Als seine Fortsetzung kann die isolirte Sa. del Pié del Palo (S. Juan) gelten.

II. Beginnt östlich vom Schneegebirge des Acay, 24—25° S. B., läuft in der Prov. Salta und Catamarca: über Los Patos, dann östlich von Antofagasta über Peñon zu den Schneebergen der Laguna blanca, weiter über den Tolar bis zu den Höhen östlich von Fiambalá und zur Costa de Reyes; in der Prov. La Rioja: zu den Vorbergen von Famatina, dann über Sañogasta theils über Catinsaco nach Paganzo, theils über die Salinas de Bustos; in der Prov. S. Juan: zur Sa. del Valle Fertil, Sa. de la Huerta und endigt in den isolirten Sa.'s de las Quijadas und del Gigante (S. Luis).

---

stisch gehalten und als „Quarzbreccie" beschrieben (Studien über Cordillerengesteine. Apolda 1875, S. 40, No. 53), wogegen Stelzner an seiner Ansicht, es sei ein archäischer Glimmerschiefer, festhält.

[1] Geologische Beobachtungen über Südamerika. Aus dem Englischen übersetzt von V. Carus. Stuttgart 1878. S. 340.

III. Beginnt am Schneegebirge von Cachi, 25° S. B., zieht in der Prov. Salta über Aimacha zum Catreal; in der Prov. Catamarca: über Changoreal, Gualfin nach Belen; bildet in der Prov. La Rioja: die isolirte Sa. de Velasco, dann die Sa. de Malanzan, die Sa. de Ulapes und de Minas, endlich in der Prov. S. Luis: den Hauptkamm der Sa. de S. Luis und verliert sich im Süden in den Bergen von Lince, Charloni und Varela.

IV. Beginnt bei Molinos, 25—26° S. B., zieht in der Prov. Salta über die Sa. del Cajon, verschwindet in der Prov. Catamarca im Campo del Arenal, taucht wieder auf in der Sa. de las Capillitas und der Sa. de Arauco, der Sa. de Amilgaucho, dem westlichen Theil der Sa. de Velasco und der Sa. de los Llanos.

V. Beginnt östlich S. Carlos, 26° S. B. (Prov. Salta), zieht in der Prov. Catamarca: über das Schneegebirge des Aconquija zum Machado und Ambato, verschwindet bei Cumbicha, taucht in der Prov. La Rioja wieder auf in den isolirten niedrigen Bergen der Sa. Brava und bildet weiter südlich den mittleren Theil der Sa. de S. Luis, der bei Saladillo wieder in der Ebene verschwindet.

VI. Beginnt westlich von Medina, 27—28° S. B., zieht in der Prov. Catamarca: über die Cuesta del Totoral zur Sa. del Alto und von Ancasti, verschwindet in der Casa de Piedra, taucht wieder auf in der Prov. Cordoba: in der Sa. de Zerrazuela und zieht über Pocho nach S. Pedro. Als ihre Fortsetzung kann der östliche Theil der Sa. de S. Luis angesehen werden, der im Süden durch die Berge von Renca mit dem isolirten Morro in Verbindung steht, dessen südlicher Ausläufer die Sa. del Yulto ist.

VII. Bildet die Sa. Alta de Cordoba, welche südlich von den grossen Salinen auftaucht und sich bis Chajan zieht.

VIII. Bildet die Sa. Chica de Cordoba, deren nördliche Ausläufer an den grossen Salinen verschwinden, und die im Süden bei Tegua in der Pampa endet.

IX. Die Sa. von Tulumba und von Ojo de Agua, welche im Norden beim Rio Saladillo beginnt und sich bis südlich von Totoral erstreckt.

Gneisse.

Ich behandle zunächst in einem ersten, allgemeinen Theil die mineralogische Zusammensetzung, die Structurverhältnisse und die chemischen, namentlich durch Verwitterung bedingten Umwandlungen; ein zweiter, specieller Theil enthält die Angabe der einzelnen Repräsentanten und den Versuch einer systematischen Gliederung derselben.

I. Allgemeiner Theil.

a. Wesentliche und accessorische Mineralien.

Bei dem Feldspath kann man zwei Arten des Auftretens unterscheiden, je nachdem er in gleicher Grösse und Weise, wie die übrigen wesentlichen Gemengtheile, Quarz und Glimmer, am Gesteinsgewebe Antheil nimmt, oder durch Zunahme an Grösse in Gegensatz zu ihnen tritt — kurz ausgedrückt: je nachdem die Gneisse gleichmässig körnig oder porphyrartig ausgebildet sind. Selbstverständlich schliessen sich beide Erscheinungsweisen des Feldspaths nicht gegenseitig aus; es sind in den porphyrartigen Gneissen nicht nur die Einsprenglinge Feldspäthe, sondern auch die Grundmasse besteht zum Theil aus solchen (wobei es der Kürze halber gestattet sein mag, die Bezeichnungen „Einsprenglinge“ und „Grundmasse“ von den Porphyren auf die in Rede stehenden Gesteine zu übertragen, so wenig sicher es auch sein mag, dass die Ähnlichkeit in der äusseren Erscheinung beider Gesteinstypen auf einer Analogie der Bildungsweise beruhe). Auch lässt sich naturgemäss ebensowenig, wie zwischen echtem Granit und dem sogenannten, zu den Porphyren gestellten Mikrogranit, eine strenge Grenze zwischen den gleichmässig körnigen und den porphyrartigen Gneissen ziehen; das Extrem der letzteren, wie es in den typischen „Augengneissen“ mit mikrokrystalliner Grundmasse und grösseren oder kleineren Feldspatheinsprenglingen vorliegt, ist mit den gleichmässig körnigen durch alle Übergänge verbunden.

Demgemäss lassen sich auch zwischen beiden Arten der Ausbildungsweise keine durchgreifenden Unterschiede in den Eigenschaften des Feldspathes herausfinden, und wenn die darauf gerichteten Beobachtungen zu dem einzigen Ergebniss

führen, dass der Feldspath, wenn er als Einsprengling auftritt, Neigung zu besserer krystallographischer Ausbildung verräth, als sie ihm sonst zukommt, so hat auch dies nur beschränkte Gültigkeit und will nur besagen, dass dem Feldspath in den gleichmässig körnigen Gneissen so gut wie jede Andeutung einer Krystallform fehlt, dass die Feldspatheinsprenglinge öfters eine solche erkennen lassen. Ausgebildete Krystalle kommen jedoch auch unter ihnen nur ganz vereinzelt vor, und zwar bemerkenswerther Weise nicht in den typischen Augengneissen, deren Feldspatheinsprenglinge durchweg unregelmässige oder verrundete Formen aufweisen, sondern in den den Übergang in die gleichmässig körnigen vermittelnden, so dass der Grad der Vollkommenheit in der krystallographischen Begrenzung keineswegs mit dem Grade der Differenzirung des Gesteinsgewebes in Grundmasse und Einsprenglinge in proportionalem Verhältniss steht. Zuweilen mögen übrigens die Feldspatheinsprenglinge erst durch nachträgliche Deformation ihrer regelmässigen Form verlustig gegangen sein.

Während die Farbe des Feldspathes in den gleichmässig körnigen Gneissen ganz vorwiegend eine weissliche oder graue ist, so weisen die Feldspatheinsprenglinge der porphyrartigen Gneisse mit Vorliebe röthliche bis lebhaft ziegelrothe Farbentöne auf, ohne dass sie im Übrigen weniger frisch als jener erschienen.

Die Grösse des Feldspathes variirt vom mikroskopischen Körnchen bis zu Individuen, die etwa die Grösse von 2—3 cm haben. Letztere gehören jedoch zu den Seltenheiten, und solche, die Durchschnitte von ungefähr einem Quadratcentimeter Flächeninhalt geben, schon zu den grösseren Vorkommnissen.

Der Feldspath ist in den untersuchten Gneissen, wie allgemein bei denselben, ganz vorwiegend Orthoklas; daneben findet sich in der Mehrzahl der Dünnschliffe mehr oder minder reichlich Mikroklin. Andere Plagioklase sind etwas seltener, immerhin aber häufig genug, namentlich, wie von vornherein zu erwarten ist, in den Hornblende führenden Gneissen, z. B. in dem von der Cuesta del Palmar, Carolina (S. Luis). Durch ihre stets geringe Auslöschungsschiefe zu den Zwil-

lingsgrenzen zwischen gekreuzten Nicols geben sie sich als zu den saureren Gliedern der Plagioklasreihe gehörig zu erkennen.

Zwillinge von Orthoklas nach dem Karlsbader Gesetz kommen vor, sind aber nicht grade häufig, auch nicht wo die Orthoklase einsprenglingsartig auftreten. Nur in den beiden, in mehrfacher Hinsicht interessanten und noch öfters zu erwähnenden Gesteinen von Visvis und Cerrillos, südlich Laguna blanca (beide Catamarca), ist eine grössere Anzahl von Orthoklasen nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt. Noch seltener werden Plagioklase mit sich durchkreuzenden Zwillingslamellen beobachtet.

In Gneissen, welche verschiedenerlei Feldspäthe enthalten, findet man wohl auch hin und wieder dieselben miteinander verwachsen, indessen ist bei der Regellosigkeit der Durchschnitte eine Gesetzmässigkeit der Verwachsungen gewöhnlich nicht zu erkennen. Die einzige deutlich nachweisbare gesetzmässige Verwachsung zwischen zwei Feldspathsubstanzen ist die von Becke sogenannte mikroperthitische, welche für die Feldspäthe des Granulits so charakteristisch ist. Am besten ausgebildet weisen sie die soeben erwähnten Gesteine von Visvis und Cerrillos auf. In diesen erscheinen u. d. M. sämmtliche Orthoklase in der bekannten Weise von verzwillingten Lamellen durchsetzt, welche an ihren charakteristischen Eigenschaften als Albit erkannt werden können. In den typischen Gneissen trifft man die mikroperthitische Verwachsung von Orthoklas und Albit sparsamer; sie ist hier meist auf die grösseren Orthoklasindividuen beschränkt, wie in dem Handstück von Nacimientos, Quebrada de Sanogasta (La Rioja), oder die Albiteinlagerungen haben so winzige Dimensionen und sind so dicht aneinander gedrängt, dass der sie beherbergende Orthoklas ein gleichmässig dicht-faseriges Ansehen gewinnt, wie z. B. in dem nördlich Achiras (Cordoba) anstehenden röthlichen Biotitgneiss. Mikroklin wurde nur sehr selten an Stelle des Orthoklases beobachtet.

In den zur Beobachtung der mikroperthitischen Structur geeignetesten Vorkommnissen erscheint die Mikrostructur der Albiteinlagerungen nicht immer gleich; in manchen Durchschnitten verlaufen sie auf kürzere oder längere Erstreckung

nahezu geradlinig und halten in ihrer ganzen Ausdehnung dieselbe Breite inne, so dass sie fast den Eindruck von Zwillingslamellen machen, gewöhnlich sind ihr Verlauf und ihre Conturen unregelmässiger; zuweilen sind sie in einzelne Spindeln aufgelöst und gewähren einen an ein aufgedrehtes Seil erinnernden Anblick.

Manchmal stehen die ungefähr parallel verlaufenden Lamellen durch Querbänder miteinander in Verbindung, und in seltenen Fällen kann man auch beobachten, dass sie sich im Innern des Orthoklases zu einer grösseren Anschwellung vereinigen (Fig. 1). Die Einlagerungen weisen zwischen gekreuzten Nicols, wie namentlich bei Anwendung eines Gypsblättchens vom Roth I. Ordnung zu sehen ist, stets höhere Interferenzfarben auf als der sie umgebende Orthoklas und löschen alle stets genau gleichzeitig aus.

Es wird sich weiter unten Gelegenheit bieten, auf die Verwachsungen von Feldspäthen untereinander noch einmal zurückzukommen.

Grössere Feldspathindividuen lassen mitunter Andeutungen zonaren Aufbaues erkennen durch ringförmige Anordnung von Einschlüssen.

Die Feldspäthe sind sehr selten von ganz reiner Substanz, meist mehr oder minder durch Einschlüsse verunreinigt. Als solche treten in dem Feldspath alle in dem Gestein überhaupt vorkommenden Mineralien auf, am ausgedehntesten vielleicht die Glimmer. Mitunter sind die Einschlüsse regelmässig angeordnet. So enthalten einzelne Feldspathkörner des von Uyubil nördlich Antinaco, westlicher Fuss der Sa. Velasco (La Rioja) stammenden Gneisses zahlreiche Muscovitblättchen, deren rechteckige Durchschnitte (senkrecht oder schief zur Basis) im Dünnschliffe zwischen gekreuzten Nicols gleichzeitig auslöschen. Zuweilen treten in einem Feldspathkorn auch verschiedene solcher Systeme von Glimmerblättchen auf, wobei die homologen Auslöschungsrichtungen derselben anscheinend beliebige Winkel miteinander bilden. An Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen — letztere auch mit beweglicher Libelle —, welche entweder unregelmässig oder auf besonders bevorzugten Ebenen liegen, sind die Feldspäthe ebenfalls nicht arm; besonders reich an solchen erwiesen sich die des

unten (S. 14) beschriebenen Fibrolithgneisses von Peñas Chicas südlich Antofagasta (Chile, früher Bolivia).

Der Quarz, meist wasserhell, häufig durch Eisenoxyd röthlich gefärbt, selten bläulich, wie in dem Biotitgneiss von Salto, Rio Tercero (Cordoba), bleibt in der Korngrösse meistens etwas hinter dem Feldspath zurück und tritt mit einer sogleich zu erwähnenden Ausnahme stets allotriomorph auf. In manchen Gneissen nämlich, z. B. dem schon erwähnten nördlich Achiras (Cordoba) gesammelten, trifft man auf nicht wenige Quarzeinschlüsse im Feldspath, welche deutliche, krystallographische Begrenzung aufweisen, wobei die Durchschnitte im Dünnschliff meist ungezwungen auf Dihexaëder bezogen werden können. Auch in grösseren Quarzindividuen kann man Einschlüsse kleinerer regelmässig begrenzter Quarzkrystalle wahrnehmen, was auch von Kalkowsky[1] bei Untersuchung der Gneisse des Eulengebirges beobachtet wurde. Es geht hieraus hervor, dass in solchen Fällen die Individualisirung von SiO^2 in zwei verschiedenen Perioden vor sich ging, und wenn auch dieses Verhalten nicht zu weitgehenden Schlüssen hinsichtlich der Bildungsweise der dasselbe aufweisenden Gesteine zu verwerthen ist, so möchte es immerhin am ehesten mit einer der des Granites nahestehenden zu vereinigen sein, bei welchem ein derartiger Anklang an porphyrische Ausbildungsweise ja nicht selten beobachtet wird.

Bezüglich der Einschlüsse gilt vom Quarz ziemlich dasselbe wie vom Feldspath; er wird öfters ganz rein angetroffen; Mineraleinschlüsse enthält er vielleicht in geringerer Menge, um so mehr aber Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, die mit Vorliebe auf unter sich parallelen oder sich kreuzenden Ebenen liegen. Hin und wieder bemerkt man, dass diese Ebenen senkrecht zu der Richtung verlaufen, in welcher der Quarz seine grösste Erstreckung aufweist (Fig. 2, einem Biotitgneisse von Lurucatao entnommen). Es liegt die Vermuthung nahe, dass beides, die langgestreckte Form des Quarzes und die Anordnung und der Verlauf der einschlussreichen Flächen in demselben in ursächlichem Zusammenhang stehen. Auch für die mehrfach berichtete Erscheinung, dass die einschlussreichen

[1] Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878. S. 19.

Flächen mehrere, räumlich getrennte Quarze in derselben Richtung durchsetzen, finden sich in den untersuchten Gneissen nicht seltene Beispiele. Gewiss mit Recht ist J. Lehmann der Ansicht, dass ein solches Verhalten für den authigenen Charakter der Quarze spricht[1].

Das gegenseitige Mengenverhältniss zwischen Feldspath und Quarz ist sehr variabel; von dem häufigsten und so zu sagen normalen Fall, dass der Feldspathgemengtheil etwas vorwiegt (am meisten in den porphyrartigen Gneissen), gehen durch Abnahme des Feldspathes und Zunahme des Quarzes die Gneisse allmählich und ohne scharfe Grenze in Gneissglimmerschiefer und typische Glimmerschiefer über.

Von den Glimmern überwiegen die dunklen (braunen, selten grünen), pleochroitischen, nahezu optisch-einaxigen die hellen, bei denen sich ziemlich verschiedene Winkel der optischen Axen beobachten lassen, bei Weitem. Im Allgemeinen weisen die dunklen mehr unregelmässige, die hellen regelmässigere Formen auf; doch finden sich wohlbegrenzte Krystalle nur als Einschlüsse in anderen Mineralien. Dunkle und helle Glimmer sind nicht selten miteinander beliebig verwachsen. Die Glimmer, und namentlich die dunklen, sind sehr einschlussreiche Mineralien. Kaum eines der accessorischen Mineralien wird man unter den Einschlüssen des Biotits vermissen, wie erstere denn überhaupt in den glimmerreichen Lagen des Gneisses in grösserer Menge aufzutreten scheinen, als in den wesentlich aus Feldspath und Quarz aufgebauten. Mit ganz besonderer Vorliebe tritt der Zirkon als Einschluss im Glimmer, namentlich dem Biotit, auf, wobei fast ausnahmslos um denselben die bekannten, pleochroitischen Höfe erscheinen.

Unter den archäischen Amphibolgesteinen der Sammlung sind nur sehr wenige, welche als echte Hornblende führende Gneisse bezeichnet werden können. Ein solcher von der Cuesta del Palmar ist bereits oben (S. 6) erwähnt worden.

Die Hornblende, im Dünnschliff von grüner Farbe und deutlich pleochroitisch, bildet entweder unregelmässige Körner

[1] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. Mit Atlas. Bonn 1884. S. 107.

oder wenigstens in der Prismenzone leidlich gut entwickelte Krystalle. Auch Zwillinge nach dem vorderen Pinakoid werden beobachtet. Neben unregelmässiger Verwachsung mit Biotit kommt auch regelmässige vor, indem letzterer mit seiner Basis parallel zu den Spaltflächen der Hornblende liegt.

Das verbreitetste accessorische Mineral ist schwarzes Eisenerz, meist reiner, manchmal — namentlich in den Hornblendegneissen — titanhaltiger Magnetit, wobei sich der Titangehalt oft schon durch die Umrandung mit Leukoxen zu erkennen giebt. Die Gesteine scheinen im Allgemeinen um so reicher an ihm zu sein, je mehr dunklen Glimmer sie führen. Auch ist er in den Gneissen gewöhnlich in den glimmerreichen Lagen angehäuft. In einem dunklen Gneisse von der Quebrada del Peñon (S. Juan) hat er beachtenswerther Weise, ganz wie es in den jüngeren Eruptivgesteinen oft zu beobachten ist, dem Biotit als Ansatzpunkt für die Krystallisation gedient. Er bildet meist unregelmässige Körner und Lappen, deutliche Krystalldurchschnitte im Dünnschliff sind selten.

Fast ausschliesslich in dunklen oder hellen Glimmer, parallel den Basisflächen eingelagert, kommt nicht selten der leuchtend rothe Eisenglimmer vor, besonders in den feinkörnigen, biotitreichen Gneissen, wie z. B. dem Fibrolithgneiss von Peñas Chicas. Einzelne Stücke, z. B. der Cordieritgneiss von Cantamampa (Santiago del Estero), verdanken seinem reichlichen Vorkommen den röthlichen Schimmer, der namentlich über ihren glimmerreichen Flächen liegt. Der Eisenglimmer zeigt zuweilen nach der Basis scharf begrenzte, sechseckige, meist ungleichseitige Durchschnitte, gewöhnlich sind dieselben jedoch an den Rändern ausgefranst. An allerdings nur spärlichen, nicht in Glimmer eingelagerten und senkrecht oder wenigstens schief zur Basis getroffenen Leistchen kann man, wie bereits Herr Dr. Rinne[1] gelegentlich einer Untersuchung des Sonnensteines von Twedestrand beobachtete, deutlichen Pleochroismus wahrnehmen, dergestalt, dass das Roth, welches das Blättchen zeigt, wenn seine Längsrichtung mit dem Hauptschnitt des unteren Nicols zusammenfällt, bei

[1] Dieses Jahrbuch X. S. 193.

einer Drehung um 90° verschwindet und einem schmutzigen Braun oder Grau Platz macht.

Wie neben titanfreiem auch titanhaltiger Magnetit vorkommt, so findet sich ausser Hämatit sparsam auch hin und wieder Ilmenit, welcher in seinen äusseren Eigenschaften bis auf die graubraune Farbe ganz mit jenem übereinstimmt.

Nächst dem Magneteisen wohl das häufigste accessorische Mineral ist der Granat. Er tritt meist jedoch nur in kleinen, zum Theil mikroskopischen Körnern auf und erreicht nur ausnahmsweise, wie in einem sonst feinkörnigen, gleichmässig schwarzen und ziemlich massigen Gneiss von der Quebrada del Peñon (S. Juan) annähernd Kirschgrösse. In den Biotitgneissen ist er verbreiteter als in den Muscovitgneissen, und seine Vorliebe für die glimmerreichen Lagen ist unverkennbar. Krystallographische Begrenzung ist selten an ihm wahrzunehmen. Seine Farbe ist fast stets dunkel- oder blutroth, selten, wie in den Granatbiotitgneissen von Amboy und San Ignacio (beide Cordoba), heller und mehr rosafarben. Im Dünnschliff wird er mit blassröthlicher Farbe durchsichtig. Anisotropes Verhalten wurde auch bei den grösseren Krystallen nicht beobachtet. Als Einschlüsse in ihm finden sich Magneteisen, Biotit, Zirkon, Titanit, zuweilen Quarz und Feldspath, auch wohl Gas und Flüssigkeit. Doch ist er des öftern ganz frei von solchen.

Wie die bisher angeführten accessorischen Mineralien, so kommt auch der weit verbreitete Turmalin gern mit dem Glimmer vergesellschaftet vor; nicht selten erscheint er geradezu von letzterem umwachsen. Makroskopisch wahrnehmbar ist er nur in wenigen Gesteinen, z. B. einem hellröthlichen Handstück von Cardones, Sa. del Cajon, westlich Cafayate (Salta), welches seinem Reichthum an diesem Mineral und seinen sonstigen Eigenschaften nach als Turmalingranulit bezeichnet zu werden verdient. Er gehört entschieden zu den krystallographisch am besten ausgebildeten Mineralien in den Gneissen. Seine Farbe im Dünnschliff ist entweder eine bräunliche oder noch häufiger eine bläuliche, und sein Pleochroismus stets deutlich. Charakteristische Einschlüsse wurden im Turmalin der Gneisse nicht beobachtet.

Zirkon gehört ebenfalls zu den häufiger auftretenden

accessorischen Mineralien. Als Beispiele von Gneissen, in denen er besonders reichlich auftritt, können der granulitähnliche Biotitgneiss von Peñon südlich Antofagasta (Chile, früher Bolivia) und der Fibrolithgneiss von Peñas Chicas aufgeführt werden. Seine Dimensionen bleiben jedoch stets mikroskopisch. Er erscheint fast immer in verrundeten, prismatischen Durchschnitten; pyramidale Zuspitzungen sind selten und meist undeutlich. Die im Zirkon beobachteten Einschlüsse scheinen meist Gas- oder Flüssigkeitseinschlüsse zu sein.

Rutil wurde in den untersuchten Gneissen auffallender Weise nicht als primärer Gemengtheil angetroffen. Von seinem secundären Auftreten wird weiter unten die Rede sein. Dagegen findet sich, allerdings auch nur in den Hornblendegneissen ziemlich reichlich, Titanit, doch stets nur in mikroskopischen Individuen, welche theils, wie die rhombischen Durchschnitte beweisen, Krystallgestalt haben, theils die Form regelloser Körner besitzen. Zwischen gekreuzten Nicols geben sich manche Individuen als Zwillinge zu erkennen. Der Pleochroismus der meist mit hellröthlicher Farbe durchsichtig werdenden Titanite ist fast stets deutlich. Der Titanit, der gern als Einschluss in anderen Gemengtheilen, namentlich in Hornblende, vorkommt, ist selbst nahezu einschlussfrei.

Apatit fehlt zwar fast nirgends, doch ist er auch in keinem Gestein ein hervortretendes, charakteristisches Mineral; am reichlichsten tritt er in den Hornblendegneissen auf, in welchen er auch die grössten Dimensionen annimmt und am ehesten Spuren krystallographischer Begrenzung aufweist; gewöhnlich sind seine Durchschnitte rundlich oder länglich-oval. Zuweilen schaaren sich mehrere Individuen zusammen. Am Gesteinsgewebe nimmt er selten directen Antheil, meist liegt er in anderen Gemengtheilen, wie Feldspath und namentlich Biotit und Hornblende.

Bemerkenswerth ist die weite Verbreitung des Sillimanits in den untersuchten Gneissen. Es sind wohl nur wenige Stücke, denen er gänzlich fehlt. Manche enthalten ihn wenigstens in einzelnen zerstreuten, in andere Gemengtheile eingelagerten, lang-prismatischen Individuen oder Nadeln. Meistens jedoch treten letztere zu grösseren oder klei-

neren Schaaren vereinigt auf und überwiegen zuweilen durch Anhäufung an Masse den Wirth, welcher dann stets Quarz ist, so bedeutend, dass letzterer ganz zurücktritt. Diese innige Verwachsung zwischen Quarz und Sillimanit ist bekanntlich mit eigenen Namen, unter denen „Faserkiesel“ und „Fibrolith“ die gebräuchlichsten sind, bezeichnet worden. Gewöhnlich erscheint der Fibrolith alsdann zu Linsen im Gesteinsgewebe concentrirt, welche durchschnittlich etwa 2 bis 3 mm im Durchmesser haben. Typisch entwickelt sind diese Linsen in dem bereits mehrfach erwähnten Fibrolithgneiss von Peñas Chicas, auf den fast wörtlich die Beschreibung passt, welche Kalkowsky von dem Fibrolithgneiss des Eulengebirges entwirft. Das beinahe dichte, schwarze und fast massig erscheinende Gestein weist auf je einem Quadratcentimeter etwa 2—3 Durchschnitte solcher Fibrolithlinsen auf. Auf den frischen Bruchflächen sind dieselben leicht zu übersehen, weil sie, wie dies Kalkowsky gewiss richtig erklärt, von dunklen Glimmerblättchen umhüllt sind. Beim Anschleifen treten sie deutlich hervor und machen dabei ganz den Eindruck einheitlicher Einsprenglinge. Auch bei Beginn der Verwitterung heben sich die von derselben nicht angegriffenen Fibrolithlinsen deutlich erkennbar aus dem schwarzen Untergrunde heraus; an einem Stück erscheint eine nicht mehr frische Begrenzungsfläche, mit welcher das Gestein offenbar anstand, wie gespickt mit kleinen weissen Fleckchen. In den grobkörnigeren Gneissen mit Fibrolithlinsen, wie z. B. dem von Tacuru, südlich Rio Segundo (Cordoba), sind dieselben im Handstücke nicht zu erkennen.

Noch eine dritte Erscheinungsweise des Sillimanits ist zu erwähnen, dadurch gekennzeichnet, dass derselbe überhaupt nicht als Einschluss in anderen Gemengtheilen auftritt, sondern zu besenförmigen Büscheln vereinigt auf der gemeinsamen Grenzfläche zweier oder mehrerer Mineralien. Ausschliesslich in dieser Form erscheint der Sillimanit z. B. in dem Biotitgneiss von Cerro Bayo, südwestlich Jacimana (Salta), aber auch der Fibrolithgneiss von Peñas Chicas enthält ihn neben den Fibrolithknauern in dieser Ausbildungsweise. Die einzelnen Quarze und Feldspäthe zeigen sich dabei oft geradezu von einem Kranze aus Sillimanitnädelchen umgeben

(Fig. 3), und man erhält unwillkürlich den Eindruck, als ob dieselben bei Verfestigung des Gesteins von den von allen Seiten heranwachsenden Gemengtheilen allmählich eingeengt und so an ihrem Platze fixirt worden wären, oder als ob sie, im letzten Augenblicke zusammenschiessend, die Lücken zwischen jenen ausgefüllt hätten.

Das beste Material zum Studium des Sillimanits gewährt der erwähnte Biotitgneiss von Tacuru, in welchem die Fibrolithlinsen von verhältnissmässig wenigen und um so grösseren, farblosen Krystallen gebildet werden. Man kann an Querschnitten derselben wenigstens deutlich das Prisma mit dem Winkel von 90 bis 91° erkennen, weshalb ich dasselbe mit Kalkowsky[1] als das Grundprisma betrachten möchte, im Gegensatz zu anderen Autoren, welche für dasselbe einen Winkel von 111° annehmen. Weit mehr als die feinen Längsspaltrisse fällt die zur Prismenkante meist senkrechte, seltener schiefe Querabsonderung fast aller Individuen auf, deren Bedeutung weiter unten dargelegt werden soll. In dem Fibrolithgneiss von Peñas Chicas bestehen die Fibrolithlinsen aus so winzigen Nädelchen, dass man selbst bei Anwendung stärkster Vergrösserungen in dem dichten Filz, welchen sie bilden, ein einzelnes in seiner ganzen Ausdehnung nicht verfolgen kann, und jede Möglichkeit, bestimmte Krystallformen zu erkennen, auch an den grössten, als stark lichtbrechende Pünktchen erscheinenden Querschnitten gänzlich ausgeschlossen erscheint. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt der stellenweise wie aufgerissene Filz Aggregatpolarisation mit lebhaften Interferenzfarben.

In den grösseren Sillimaniten des Gneisses von Tacuru sind nicht selten Einschlüsse zu beobachten, welche oft die Gestalt des Wirthes nachahmen, zuweilen auch ganz unregelmässig begrenzt sind. Ihre Natur — ob Gas oder Flüssigkeit — ist schwer zu entscheiden, doch hat das letztere wohl die grössere Wahrscheinlichkeit für sich, obwohl nur einmal eine (übrigens unbewegliche) Libelle beobachtet wurde. Nach Kalkowsky ist in dem Sillimanit des eulengebirgischen Fibrolithgneisses keine Spur von Flüssigkeitseinschlüssen zu be-

[1] Die Gneissformation des Eulengebirges. S. 9.

merken[1]. Da derselbe ferner mehrfach[2] ausdrücklich betont, dass in den Turmalin-führenden Nestern dieses Gneisses (anders als in solchen accessorischen Bestandmassen kommt nach ihm der Turmalin in demselben nicht vor[3]) stets der sonst so verbreitete Fibrolith fehle, so sei schliesslich noch bemerkt, dass in den untersuchten Gneissen eine solche gegenseitige Ausschliessung beider Mineralien nicht stattfindet. Eine Varietät von Cardones, Peñas blancas, Sa. del Cajon westlich Cafayate (Salta) verdient sogar nach ihrem Reichthum an beiden die Bezeichnung eines Turmalin-Fibrolithgneisses.

Auf nur wenige Stücke beschränkt ist der nur mikroskopisch auftretende Cordierit. Deutlich erkennbar ist derselbe sogar nur in einem schwärzlichen, feinkörnigen Gneiss von der Laguna Larga (S. Luis). Die ihm eigene, seinen Nachweis so erschwerende Ähnlichkeit mit Quarz wird hier noch dadurch verstärkt, dass er ganz wie dieser in Folge der Streckung, welche das Gestein erfahren hat, vorwiegend eine länglich-lamellare Form und zwischen gekreuzten Nicols undulöse Auslöschung aufweist, wobei Andeutungen von Querspalten, welche als Einrisse vom Rande aus in das Innere des Krystalles verlaufen, zu beobachten sind. Bei der Untersuchung auf Pleochroismus ergab sich Folgendes: Von Farbenunterschieden ist an den Durchschnitten beim Drehen derselben nichts zu bemerken, wohl aber zeigen sich Differenzen in der Helligkeit in den charakteristischen, zu einander senkrechten Lagen. Er enthält viele Einschlüsse von Quarz, Biotit und namentlich dem auch sonst reichlich in dem Gestein auftretenden Sillimanit. Um letzteren ist in ihm sehr deutlich das Phänomen der pleochroitischen, gelben Höfe zu beobachten, welches zuerst seine Anwesenheit in dem Gestein verrieth.

Mehr aus Analogie erschlossen, als sicher nachgewiesen, wurde der Cordierit in einigen wenigen, dem angeführten sehr ähnlichen Gneissen, z. B. von Cantamampa (Santiago del Estero) und Paganzo (La Rioja), da hier die vermuthlichen Cordierite so umgewandelt sind, dass die Untersuchung in polarisirtem Licht nicht angängig ist. Indessen können die offenbar ver-

[1] Die Gneissformation des Eulengebirges. S. 7.
[2] Ibid. S. 13 u. 23.
[3] Ibid. S. 30.

änderten, in grünlichen oder gelblichen Farben erscheinenden Mineralien, welche in ihrer Form mit dem unzweifelhaften Cordierit des Gneisses von Laguna Larga übereinstimmen, wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit ebenfalls für Cordierit in Anspruch genommen werden.

Der Gneiss von Laguna Larga enthält auch sparsam Andalusit. Die starke Lichtbrechung und die Längszerklüftung im Verein mit dem in vorliegendem Falle nicht sonderlich deutlichen, in röthlichen und lichten Farbentönen erscheinenden Pleochroismus, lassen ihn leicht von dem reichlicher daneben auftretenden Cordierit unterscheiden, mit welchem er sonst manches in seiner Form und namentlich seinem Aussehen zwischen gekreuzten Nicols gemeinsam hat. Er umschliesst viel Biotitblättchen, auch wohl Sillimanitnädelchen (so dass die eine Modification des Thonerdesilicats als Einschluss in einer anderen auftritt), um welche jedoch keine pleochroitischen Höfe beobachtet werden, die sonst bekanntlich um Kohleeinschlüsse in Andalusit ebenfalls zuweilen auftreten.

b. Structurverhältnisse.

Bereits bei Besprechung des Feldspathes ist ein Unterschied gemacht worden zwischen den gleichmässig-körnigen und den porphyrartig ausgebildeten Gneissen. Der bei Weitem grösste Theil der in der Sammlung enthaltenen Gneisse gehört zu der ersteren der beiden Abtheilungen, die, wie auch schon oben bemerkt wurde, nicht scharf von einander abzugrenzen sind.

Recht grobkörnige Varietäten fehlen in der Sammlung, die meisten sind mittelkörnig, eine ganze Anzahl auch feinkörnig und selbst dicht (Beispiele siehe specieller Theil). Einzelne haben eine zuckerkörnige Structur. Auch u. d. M. erkennt man gewöhnlich auf den ersten Blick den lockeren Zusammenhang ihrer Gemengtheile; die Ränder derselben weisen nämlich gewöhnlich eine bräunliche Färbung durch Eisenoxydhydrat auf, welche offenbar von eisencarbonathaltigen Lösungen herrührt, die bei der Lockerheit des Gefüges das Gestein leicht infiltriren konnten.

Auch unter den porphyrartigen Gneissen finden sich solche mit verhältnissmässig grobkörniger, andere mit mikrokrystal-

liner und dichter Grundmasse und Übergänge zwischen beiden Arten. Mit der Bezeichnung „Augengneiss“ sollen in Folgendem der Kürze halber alle porphyrartigen Gneisse mit makroskopisch dicht oder wenigstens nahezu dicht erscheinender Grundmasse belegt werden, bei welchen die Einsprenglinge natürlich am deutlichsten heraustreten. Anfänglich ist dieser Name auf diejenigen beschränkt gewesen, auf deren Querschnitten die Einsprenglinge nach zwei Seiten ausgezogen und zugespitzt erscheinen und so Ähnlichkeit mit der gebräuchlichen, schematischen Abbildung eines Auges zeigen.

Es liegt auf der Hand, wie belangreich die Erkenntniss der wahren Natur dieser Einsprenglinge für die Frage nach der Bildungsweise der Augengneisse und weiterhin der Gneisse überhaupt ist. Ob die Augen als echte Einsprenglinge, nach Art derjenigen der Porphyre, oder als Gerölle aufzufassen sind — anders ausgedrückt: ob sie authigen oder allothigen sind — diese beiden Möglichkeiten kommen zunächst in Betracht[1]. Es ist diese ebenso interessante als schwierige Frage am lebhaftesten hinsichtlich des bekannten von Sauer aufgefundenen Vorkommens im Glimmerschiefer am Obermittweidaer Hammer im sächsischen Erzgebirge discutirt worden, und J. Lehmann hat in seinem Werke den Augengneissen und Augengranuliten ein besonderes Capitel gewidmet[2].

Jeder einzelne Fall wird zunächst für sich untersucht und beurtheilt werden müssen, und nicht die Entscheidung in einem Vorkommen auf alle äusserlich und scheinbar ähnlichen übertragen werden dürfen.

Die Sammlung enthält nur wenige Handstücke von diesen Augengneissen, welche in den Gneissgebieten der argentinischen Republik in grosser Verbreitung und in bunter Wechsellagerung mit den gleichmässig körnigen auftreten. Die Mehrzahl dieser Handstücke eignet sich aus dem Grunde wenig zur Untersuchung, weil sie, nach der Schieferung ge-

[1] Eine dritte wäre die, dass sie vulcanische Auswürflinge sind, welche in Tuffen liegen. Bekanntlich hat Dana eine derartige Ansicht über die Entstehung der krystallinen Schiefer ausgesprochen.

[2] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. Cap. 14. S. 202 ff.

schlagen, eine nur unbeträchtliche Dicke haben, und der für das Studium der Augengneisse offenbar besonders wichtigen Betrachtung der quer zur Schieferung gehenden Schnitte sehr enge Grenzen gezogen sind. Stücke, die sonst den Anforderungen für eine derartige Untersuchung entsprechen, weisen wieder, wie z. B. das von Cumbre de la Carpinteria (Cordoba), so hochgradige, mechanische Deformationen auf, dass es kaum gelingt, ihren ursprünglichen Zustand aus dem bewegten Bild, welches sie auf angeschliffenen Flächen und in Dünnschliffen zeigen, sicher zu reconstruiren, und es nicht gerathen erscheint, sie gerade für eine auf Ergründung des eigentlichen Wesens der Augen gerichtete Untersuchung zum Ausgangspunkte zu nehmen.

Indem ich aus den angeführten Gründen an dieser Stelle von einer der Wichtigkeit der Sache angemessenen, eingehenden Erörterung der Augengneisse Abstand nehme — welche einer besonderen, auf das reichere, im Privatbesitz des Herrn Prof. Brackebusch befindliche Material gestützten Arbeit vorbehalten bleiben mag — beschränke ich mich auf mehr allgemeine Erwägungen, welche die Geröllnatur der Einsprenglinge als unwahrscheinlich hinzustellen geeignet sein möchten.

Zunächst ist zu beachten, dass die Augen fast ausschliesslich Feldspäthe (und zwar ganz vorwiegend Orthoklase) sind; wollte man sie als Gerölle auffassen, so wäre es doch auffallend, dass nicht neben ihnen auch noch andere Mineralien in reichlicherer Anzahl als Augen auftreten, zumal die Feldspäthe doch keineswegs zu den mechanischen und chemischen Einwirkungen gegenüber widerstandsfähigsten Mineralien gehören. Ebenso auffallend wäre es, dass die Augen fast stets von einzelnen Individuen gebildet werden und nicht von Aggregaten solcher. Wenn ferner auch die Form der Augen nicht so krystallographisch regelmässig ist, wie man es von echten porphyrischen Einsprenglingen erwarten möchte, so fehlt ihnen andererseits doch auch die charakteristische Abrundung der Gerölle; sie scheinen vielmehr ihre unregelmässige Gestalt oft erst bei nachträglichen, mechanischen Deformationen, welche das ganze Gestein betrafen, erhalten zu haben. Auch verdient der Umstand gebührende Berücksichtigung, dass von den typischen Augengneissen Übergänge be-

stehen zu den porphyrartigen Gneissen mit weniger feinkörniger Grundmasse, deren — wie oben erwähnt wurde — zum Theil von regelmässigen Feldspathkrystallen gebildete Einsprenglinge ganz und gar den Eindruck authigener Gemengtheile und durchaus nicht von Geröllen machen. Schliesslich ist noch hervorzuheben, dass die Augen nicht bloss auf Gneisse mit deutlicher Parallelflächenstructur, welche als Schichtung aufgefasst werden könnte, beschränkt sind. Der Augengneiss von Musi (Cordoba), in welchem nur kleine, wenige Quadratmillimeter grosse Orthoklase von weisser Farbe aus der Grundmasse, die in Folge des gebleichten, im Gesteinsgewebe gleichmässig regellos vertheilten Biotits grünlich erscheint, heraustreten, erscheint fast massig und verräth zum mindesten keine Spur von Schichtung.

So spricht manches dagegen, die Einsprenglinge als Gerölle gelten zu lassen, und dieselben dürften vielmehr ebenso gut authigene Gemengtheile sein, wie z. B. in dem oben erwähnten, feinkörnigen und auch keine Schichtung aufweisenden Biotitgneiss von der Quebrada del Peñon die grossen Granaten, welche wegen ihrer im Verhältniss zu den übrigen Gemengtheilen bedeutenden Grösse für allothigen zu erklären, kaum jemandem einfallen dürfte.

Mit der Abweisung der Geröllnatur der Augen soll indessen vor der Hand noch keineswegs eine vollständige Analogie mit den Einsprenglingen der Eruptivgesteine behauptet werden. Wieweit eine solche besteht, wird erst nach ausgedehnten, sorgfältigen Untersuchungen zu beantworten möglich sein.

Nirgends erweist sich die Untersuchung von Handstücken krystalliner Schiefer unzulänglicher, als den Fragen gegenüber, welche sich an ihre wichtigste, das Wesen derselben ausmachende Eigenschaft, die Parallelflächenstructur knüpfen.

Ob diese allein auf Schichtung oder nur auf Schieferung, oder auf beiden beruhe — über diese Hauptfrage herrscht die grösste Meinungsverschiedenheit, welche naturgemäss unsere Unkenntniss über die Bildungsweise der krystallinen Schiefer wiederspiegelt und erst mit dieser verschwinden wird.

Es ergiebt sich zunächst die Nothwendigkeit, die Begriffe „Schichtung“ und „Schieferung“ in der erforderlichen, in der

Literatur nicht immer zum Ausdruck kommenden, Klarheit festzustellen.

Verbindet man mit J. Roth[1], wie es wünschenswerth erscheint, mit dem Begriffe „Schichtung" die Vorstellung einer successiven Sedimentirung der einzelnen Lagen, aus welchen ein Gestein aufgebaut ist, so wird man gut thun, diesen Ausdruck in petrographischen Beschreibungen so lange zu vermeiden, als man eine derartige Entstehung der den Gegenstand der Untersuchung bildenden Gesteine nicht sicher nachweisen kann. Da ich diesen Nachweis — der für die krystallinen Schiefer offenbar wohl nur von Beobachtungen der geologischen Lagerungsverhältnisse in der Natur zu liefern sein wird — für die von mir untersuchten Gneisse ebenso wenig beizubringen in der Lage bin, als er bisher für den Gneiss allgemein in zwingender Form geglückt ist, so enthalte ich mich in Folgendem der Ausdrücke „Schicht" und „Schichtung".

Dagegen lassen die allermeisten Gneisse auch schon im Handstück eine — sei es während, sei es nach der Bildung derselben — wenn nicht ausschliesslich, so doch ganz überwiegend durch mechanische Kräfte in ihnen hervorgebrachte Herausbildung charakteristischer, unter sich (wenigstens nahezu) paralleler Flächen erkennen, senkrecht zu denen das Gestein auf seine Zertrümmerung gerichteten Einwirkungen den geringsten Widerstand entgegensetzt. Diese Erscheinung wird als „Schieferung" bezeichnet.

Die Schieferung tritt besonders deutlich hervor, wenn ein oder mehrere Gemengtheile eine vorzugsweise Erstreckung nach zwei Dimensionen des Raumes und zugleich eine Anreicherung auf bestimmten Niveauflächen im Gestein (denen eben die Schieferungsflächen entsprechen) aufweisen. Dies ist ganz besonders bei dem Glimmer der Fall, in untergeordneterem Maasse auch bei anderen Mineralien, namentlich dem Quarz. Recht interessant ist in dieser Hinsicht der oben erwähnte, durch seinen Reichthum an Turmalin ausgezeichnete Granulit von Cardones (Salta). In demselben übernimmt der Turmalin geradezu die Rolle des Glimmers. Auf dem (senk-

[1] Allgemeine und chemische Geologie. Bd. II. Berlin 1883. S. 12.

recht zur Schieferung gerichteten) Querschnitt des Gesteines heben sich aus der sehr feinkörnigen, röthlichweissen Quarzfeldspathmasse parallele schwarze Linien heraus, welchen auf den (längs der Schieferung gehenden) Parallelschliffen Lagen von Turmalin entsprechen. Gelegentlich umhüllt auch, wie auf dem Querschnitte zu sehen, der Turmalin ein Quarzkörnchen und bildet mit demselben eine kleine Flaser.

Übrigens zeigt fast jeder Dünnschliff, auch von vollkommen schieferigen Gneissen einzelne Ausnahmen von der die Regel bildenden Lagerung der Glimmerblättchen, bei welcher sie mit den Basisflächen auf den Schieferungsflächen aufliegen.

Die dem Glimmer von Natur zukommende „lamellare" Ausbildung zeigen andere Gemengtheile nur ausnahmsweise in solcher Vollkommenheit; schwache Andeutungen zu derselben kann man jedoch in der Regel auch an ihnen wahrnehmen. In Querschliffen sieht man u. d. M. gewöhnlich, dass die Durchschnitte aller Gemengtheile einen grösseren Durchmesser in Richtung der Schieferung als senkrecht dazu haben, und auf den dazu gehörigen Parallelschliffen erkennt man, ob nach allen Richtungen in der Schieferungsebene gleichmässig die Ausdehnung erfolgt, oder ob, was häufiger der Fall ist, eine Richtung bevorzugt ist, das Gestein eine „Streckung" nach derselben erfahren hat.

Es muss ausdrücklich betont werden, dass die Schieferung keineswegs von dem Vorhandensein und der Anordnung lamellar ausgebildeter Mineralien abhängt, insbesondere glimmerfreie Gesteine vollkommen schiefrig sein können, auch ohne dass ein anderes Mineral, wie in dem angeführten Falle der Turmalin, den Glimmer vertritt. Die gewöhnliche Angabe, dass die Glimmerblättchen durch ihre Parallellagerung die Schieferigkeit hervorbrächten, muss als ungenau und unzutreffend bezeichnet werden, da sie als bedingende Ursache hinstellt, was nur Folge oder begleitende Erscheinung ist. Denkt man sich die Bekleidung der Schieferungsflächen mit Glimmerblättchen fort, so werden die Gesteine dadurch um nichts weniger schieferig. Nicht bloss theoretisch kann man sich in einer substantiell vollkommen homogenen Masse Schieferung vorstellen, sondern auch experimentell hat dies

Daubrée erwiesen[1], indem er z. B. Wachs und Stearin durch Druck schieferig ausbildete.

Von dieser Anschauung ausgehend wird man der Auffassung, welche J. Lehmann über das Wesen der Glimmerlagen in den Gneissen hegt[2], eine hervorragende Bedeutung nicht absprechen mögen. Dieselbe geht bekanntlich dahin, dass die Bildung und Anordnung des Glimmers, wie sie jetzt in den Gneissen vorliegt, eine secundäre sei, dass der Glimmer im Grossen und Ganzen sich erst nachträglich auf den durch Gebirgsdruck in dem Mineralaggregat entstandenen Gleitflächen ausgeschieden habe.

Ohne in eine Discussion und gegenseitige Abwägung der für und wider diese Theorie sprechenden Punkte einzutreten, wird man derselben doch die Anerkennung können zu Theil werden lassen, dass sie für die Differenzirung des aus Feldspath, Quarz, Glimmer bestehenden Mineralaggregates in glimmerreiche und glimmerarme Lagen eine Erklärung zu bieten bestrebt ist, zu welcher von allen anderen über die Bildung des Gneisses aufgestellten Theorien kein Versuch, oder wenigstens kein auch nur annähernd befriedigender, gemacht worden ist.

Hinsichtlich der Art und Weise, wie die Glimmerblättchen die Schieferungsflächen bekleiden, herrscht die grösste Mannigfaltigkeit. Bei manchen Gneissen sind die Glimmerblättchen relativ gross und bedecken die Schieferungsflächen als zusammenhängende Haut; meist überziehen sie dieselbe jedoch nicht lückenlos, und bei vielen treten sie nur als zerstreute Schüppchen auf denselben auf. Die Glimmerlagen erscheinen ferner nicht selten in solcher „Mächtigkeit", — wenn der stratigraphische Ausdruck hier gestattet ist — dass man sie kaum noch als blosse Auskleidungen der zwischen den Quarzfeldspathlagen durchsetzenden Schieferungsflächen ansehen darf und vielmehr — und hierin liegt eine Schwierigkeit für die Theorie Lehmann's — als den ersteren ziemlich gleichwerthig betrachten muss. Sie enthalten dabei natürlich untergeordnet ebenfalls Quarz und Feldspath und namentlich

[1] Etudes synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1878. S. 416.

[2] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. S. 144 ff., 246 u. s. w.

accessorische Mineralien, wie andererseits die Quarzfeldspathlagen auch nicht absolut glimmerfrei zu sein pflegen.

Man wird die Schieferung als um so vollkommener bezeichnen dürfen, je näher die Schieferungsflächen dem nie zu erreichenden Ideal der mathematischen Ebene kommen, je strenger der Parallelismus zwischen ihnen gewahrt bleibt und je gleichmässiger ihr Abstand von einander in einer über einander folgenden Reihe ist. Diesen höchsten Grad von Vollkommenheit der Schieferung, bei welchem die Gneisse „ebenplattige" Spaltstücke nach der Schieferung liefern, wird man am ehesten bei den gleichmässig feinkörnigen antreffen (Beispiel siehe specieller Theil). Von diesen „vollkommen" oder „ebenschieferigen" Gneissen — wie sie genannt werden mögen — finden sich nun alle Übergänge zu solchen, bei welchen die Parallelflächenstructur so undeutlich ausgebildet ist, dass man sie nicht mehr als schieferig bezeichnen mag und „flaserig" nennen muss. Bei diesen sind die charakteristischen Flächen, nach welchen sie am leichtesten spalten, mehr oder minder uneben und demgemäss einander auch nie gleichmässig parallel und äquidistant; vielmehr treten zwei auf einander folgende stellenweise nahe an einander heran oder verschmelzen selbst auf kurze Strecken mit einander. Die von diesen Flächen zwischen ihren Berührungspunkten eingeschlossenen linsenförmigen Gesteinsmassen heissen bekanntlich „Flasern", und nach ihnen die ganze Structur „Flaserstructur". Diesen geringen Grad von Parallelflächenstructur weisen besonders die grobkörnigeren und namentlich die porphyrartigen Gneisse auf, bei welchen letzteren eben die Einsprenglinge die Flasern mit Vorliebe bilden (Beispiele siehe specieller Theil).

Die Sammlung enthält schliesslich auch Gneisse, welche man nicht einmal mehr als flaserige bezeichnen kann, ohne dass sie andererseits völlig massig genannt werden könnten. Es sind dies feinkörnige, dunkle Gesteine (siehe specieller Theil), welche man nach dem äusseren Ansehen im Handstücke schwerlich als Gneisse bestimmen möchte. Der Biotit erscheint durchaus nicht auf bestimmte Flächen beschränkt sondern gleichmässig im Gestein vertheilt. Namentlich im Dünnschliff kann man jedoch auch bei ihnen meist die oben beschriebene Ausbildungsweise der Gemengtheile wenigstens angedeutet

finden. Beispielsweise geben die auf einem Schliffe gelegenen Fibrolithlinsen des hierher zu stellenden Fibrolithgneisses von Peñas Chicas fast durchweg einander ähnliche, elliptische Durchschnitte, deren lange Axen einander parallel gehen; und längs diesen ist bei genauerer Betrachtung auch eine grösste Ausdehnung der meisten Gemengtheile unverkennbar. Es gelingt daher fast stets, eine Ebene in dem Gestein festzustellen, parallel zu welcher es am leichtesten spaltet, und von der man mit Gewissheit anzunehmen berechtigt ist, dass sie den Schieferungsflächen der mit dem nahezu massigen Gestein wechsellagernden deutlich schieferigen Gneisse parallel gegangen ist.

Selbstverständlich lassen sich nicht alle Handstücke mit Bestimmtheit einem der drei Haupttypen, dem vollkommen schieferigen, dem flaserigen und dem nahezu massigen zuweisen; vielmehr wird man bei vielen schwanken, zu welcher der drei ziemlich willkürlich aufgestellten, nicht scharf von einander abgegrenzten, sondern in einander übergehenden Gruppen man sie stellen soll.

Es wurde auf diese allgemeinen Structurverhältnisse um desswillen hier ausführlicher eingegangen, weil dieselben bei der Eintheilung der Gneisse verwerthet werden können, und es wünschenswerth erschien, bezüglich der im speciellen Theil vorkommenden Bezeichnungen auf eine vorhergegangene Auseinandersetzung der ihnen beigelegten Bedeutung verweisen zu können.

Da die Schieferung der archäischen Gesteine mit der Holokrystallinität die wichtigste Eigenschaft derselben ist (was auch in ihrem Namen „krystalline Schiefer“ mit zum Ausdruck kommt) und dieselbe, wenn nicht ausschliesslich, so doch gewiss ganz vorzugsweise ein mechanisches Phänomen ist, so werden alle auf mechanische Vorgänge in denselben bezüglichen Erscheinungen die grösste Beobachtung verdienen. J. Lehmann hat das Verdienst, in seinem Werke über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine die hohe Bedeutung des zuerst namentlich von Lossen gewürdigten „Dislocationsmetamorphismus“ für die Erklärung und Enträthselung derselben dargethan zu haben. Werden in dieser Hinsicht auch in erster Reihe auf die Erscheinungsweise im Ganzen

gerichtete Beobachtungen in der Natur maassgebend sein, so findet doch auch die Betrachtung der Dünnschliffe reichlich Stoff, die Wirkungen des Gebirgsdruckes im Einzelnen zu studiren, und es ist wohl nicht die unwichtigste Aufgabe der mikroskopischen Untersuchung im Gebiete der krystallinen Schiefer, denselben nachzuspüren. Kann es doch keinem Zweifel unterliegen, dass auch die mikroskopischen Structurverhältnisse wichtige Anhaltspunkte gewähren zur Beantwortung der Frage nach der ursprünglichen Bildungsweise der betreffenden Gesteine.

Auf den folgenden Seiten sind einige Beobachtungen, welche sich auf mikroskopisch zu verfolgende, mechanische Deformationen beziehen, mitgetheilt; dieselben können indessen selbstverständlich keinen Anspruch darauf erheben, der unendlichen Mannigfaltigkeit der hierher gehörigen Erscheinungen gerecht zu werden. Ich knüpfe dabei zumeist an bestimmte Präparate an, denen ich eine objective, durch Abbildungen unterstützte Beschreibung zu Theil werden lasse.

Wie von vornherein zu erwarten, äussern sich die Druckwirkungen nicht bei allen Mineralien in gleicher Weise, sondern gemäss den verschiedenen Cohäsionsverhältnissen derselben in verschiedener. Man gelangt allerdings erst, nachdem man längere Zeit diesem Punkte seine Aufmerksamkeit zugewandt hat, dazu, einzelne Druckäusserungen bei den einzelnen Mineralien als sich wiederholend und für dieselben charakteristisch zu erkennen.

Es erscheint zweckmässig, um die Unterschiede deutlich hervortreten zu lassen, welche bei den beiden wichtigsten Mineralien, Feldspath und Quarz, obwalten, dieselben neben einander zu betrachten.

Bereits geringe Druckgrade, welche die äussere Form der Mineralien noch nicht in erkennbarer Weise beeinflussen, bringen in der molecularen Structur Veränderungen hervor, welche das polarisirte Licht aufdeckt. Dieselben geben sich allgemein in der sogenannten „undulösen Auslöschung“ kund. Am besten passt dieser Ausdruck bei dem Feldspath, welcher zwischen gekreuzten Nicols dunklere und hellere Stellen aufweist, die ohne scharfe Grenze allmählich in einander übergehen. Dagegen zeigt der Quarz mit Vorliebe eine andere

mehrfach erwähnte Erscheinung; er zerfällt zwischen gekreuzten Nicols in einzelne, unregelmässig gestaltete Felder, welche ziemlich scharf von einander abgegrenzt sind; jedes einzelne Feld weist in seiner ganzen Ausdehnung ziemlich die gleiche Helligkeitsstufe oder dieselbe Interferenzfarbe auf; mehrere an einander grenzende mehr oder weniger von einander verschiedene.

Es ist hier auch der Ort, auf die wohl zuerst von J. Lehmann[1] ausgesprochene Vermuthung einzugehen, dass manche Zwillingsbildungen beim Feldspath, analog wie beim Kalkspath, erst nachträglich durch Druck hervorgerufen sein möchten[2]. In der That lässt sich dieselbe nicht von der Hand weisen. Aus der reichlichen Fülle von für dieselbe sprechenden Beobachtungen soll hier nur eine hervorgehoben werden, welche sich den kürzlich von Herrn Dr. Rinne mitgetheilten[3] an Deutlichkeit an die Seite stellen lässt. Fig. 4, nach einem von dem deutlich gestreckten Granulit von Agua del Conejo, Nordspitze des Pié del Palo (S. Juan) entnommenen Längsschliff gezeichnet, stellt inmitten eines feinkörnigen Quarzfeldspathgemenges einen grösseren Orthoklas dar, der ungefähr rechteckigen Umriss hat. Wiewohl Spaltrisse fehlen, so kann man doch nach den Conturen und den Auslöschungsrichtungen annehmen, dass der Durchschnitt nicht allzu schief gegen die Hauptaxe liegt. Zwischen gekreuzten Nicols erst erkennt man, dass der Krystall eine schwache Andeutung von treppenartiger Knickung zeigt, indem der mittlere Theil anders auslöscht als die beiden gleich orientirten anderen (der obere und der untere). Offenbar ist diese Knickung durch Druck von dem anderen, rechts dicht neben dem ersten liegenden Orthoklas in jenem hervorgerufen worden. Der diesem Drucke am directesten und am meisten ausgesetzte Mitteltheil des Feldspathes zeigt nun die typische Gitterstructur des Mikroklins. In diesem Falle wird an einer secundären Herausbildung der Zwillingslamellen durch Druck ein Zweifel wohl nicht bestehen können.

---

[1] J. Lehmann, a. a. O. S. 250.
[2] Ibid. S. 196. 250.
[3] Dies. Jahrb. S. 66.

Häufig kann man die Beobachtung machen, dass Sprünge, welche den Orthoklas in beliebiger Richtung ganz oder theilweise durchsetzen, entweder auf beiden oder nur auf einer Seite von senkrecht zu ihnen verlaufenden, kleinen Zwillingslamellen begleitet werden, welche dieselbe spindelähnliche Form besitzen, wie die des typischen Mikroklins. Wie im Innern des Krystalles Sprünge, so umsäumen diese Zwillingslamellen zuweilen auch den Rand eines Feldspathkornes.

Es ist nicht immer leicht, in manchem Falle wohl geradezu unmöglich, zu entscheiden, ob ein ursprünglicher, vielleicht etwas deformirter, oder ob ein secundärer Zwillingskrystall vorliegt. Im Allgemeinen jedoch unterscheiden sich die nachweisbar erst nachträglich hervorgerufenen Mikroklinlamellen von den typischen der ursprünglichen Mikroklinkrystalle durch ihre weniger distincte Begrenzung und Auslöschung, sowie durch ihr allmähliches Verschwinden im Inneren des Krystalles.

Bei dem die Regel bildenden Mangel an regelmässiger Begrenzung der Individuen ist es unmöglich, die sich aufdrängende interessante Frage nach der krystallographischen Lage der Zwillingslamellen zu beantworten. Es würde sich darum handeln festzustellen, — was vielleicht auf experimentellem Wege möglich wäre — ob die Zwillingsbildungen nur nach bestimmten, oder nach beliebigen, nur von der Richtung des dieselben bewirkenden Druckes abhängigen Flächen erfolgt. Sollte Letzteres der Fall sein — wie es fast den Anschein hat — so wäre es nicht gestattet, in jedem Falle, wo ein Orthoklas in Folge von Druckwirkungen gitterartig sich durchkreuzende Zwillingslamellirung annimmt, von secundärer Mikroklinstructur zu sprechen, da letztere Bezeichnung an das Statthaben und die Befolgung eines bestimmten Zwillingsgesetzes gebunden ist.

Etwas der secundären Zwillingslamellirung des Orthoklases Ähnliches findet man zuweilen auch beim Quarze, wenn nämlich die undulöse Auslöschung desselben eine gewisse Regelmässigkeit erkennen lässt, dergestalt, dass zwischen gekreuzten Nicols helle und dunkle Streifen mit einander abwechseln. Es ist dies wohl die Erscheinung, welche hin und wieder als „Streifenquarz“ nicht gerade glücklich

bezeichnet worden ist. Besonders deutlich zeigen dieselbe die Quarze eines glimmerarmen, rothen, undeutlich geschieferten und sehr festen Gneisses von Ischialasto zwischen Quebrada del Peñon und Salinas de Bustos (Grenze von San Juan und La Rioja). Man erkennt deutlich, dass die Längsrichtung der je nach der Stellung des Mikroskoptisches hellen oder dunklen Streifen mit der vorwaltenden Längserstreckung des Quarzes zusammenfällt und senkrecht zu der Richtung des auf letzteren wirkenden Druckes steht. Würden diese Bänder geradliniger begrenzt sein, als es im Allgemeinen der Fall ist, so würden sie ganz denselben Eindruck machen, wie die Zwillingslamellen der Plagioklase.

Da beides, die undulöse Auslöschung nnd die secundäre Zwillingslamellirung, dieselbe Ursache, den Gebirgsdruck, haben und beide auf einer Umlagerung der Krystallmoleküle beruhen, so besteht eigentlich kein genereller Unterschied zwischen ihnen; die Auslösung der Druckspannungen erfolgt bei dem Feldspath oft in regelmässiger Weise, bei dem Quarze, der ja auch eine viel geringere Entwickelung von Spalt- und Gleitflächen erkennen lässt, stets in unregelmässiger.

Wird der Druck stärker, so bleibt es nicht bei einer durch die undulöse Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols angezeigten, molecularen Umlagerung, sondern es tritt Zertrümmerung des Minerals ein. Auch diese geht nicht bei allen Mineralien in gleicher Weise vor sich.

Das Verhalten von Feldspath und Quarz in dieser Beziehung kann man am besten in starkem Druck ausgesetzt gewesenen porphyrartigen Gneissen, die grössere Individuen von beiden Mineralien enthalten, studiren. Ein Theil eines Dünnschliffes, welcher von einem Augengneiss von Cardones, Peñas blancas, Sa. del Cajon, westlich Cafayate (Salta) in beliebiger Richtung angefertigt ist, ist in Fig. 5 dargestellt. Man sieht, wie sich aus der dunklen, stellenweise an Biotit reichen Quarzfeldspath-Grundmasse drei in grauen Farben gehaltene, grössere Feldspathkrystalle herausheben, welche beiderseits von theils hell, theils dunkel schraffirten Quarzmassen umgeben werden. Die Abbildung soll zeigen, wie die Feldspäthe ihrem Rande zu in einen feinkörnigen Grus aufgelöst sind, der von dem unversehrten Centrum nicht durch

eine scharfe Linie abzugrenzen ist, und dessen Abstammung von dem von ihm gleichsam umkränzten Krystall zweifellos ist. Dieser Corrosionskranz fehlt dem Quarz. Letzterer ist dagegen seiner ganzen Ausdehnung nach in einzelne Bruchstücke zertrümmert, welche, dem Drucke nachgebend, mehr oder weniger aus ihrer ursprünglichen, gegenseitigen Orientirung gebracht sind. Es könnte zunächst zweifelhaft erscheinen, dass die einzelnen Quarzpartikel wirklich nur Fragmente ursprünglich einheitlicher Quarzindividuen seien. Doch ergibt sich dies daraus, dass man von blosser felderartiger Auslöschung — bei welcher die Einheitlichkeit des Quarzindividuums zweifellos ist — alle Übergänge in den extremen Fall vollständiger Auflösung in einzelne Bruchstücke verfolgen kann. Ferner erkennt man, namentlich bei Anwendung des Gypsblättchens, an den bei Drehung des Mikroskoptisches einander stets gleich bleibenden Farbentönen einzelner Bruchstücke in Verbindung mit dem Umstande, dass bei manchen Stellungen des Mikroskoptisches die Conturen zwischen denselben ganz verschwinden, ihre Zusammengehörigkeit; und gelingt es nun, was nicht selten der Fall ist, von einem Bruchstück ausgehend, in einer Kreisbahn herum immer neue als mit dem ersten zusammenhängend zu erkennen; so ist auch für die innerhalb dieses Ringes liegenden, welche optisch oft recht verschieden von den umgebenden orientirt sind, der Nachweis ihrer Zugehörigkeit zu denselben erbracht. Vor allen Dingen ist es aber das zackige Ineinandergreifen der einzelnen Quarzkörnchen, welches für ihre Natur als Bruchstücke spricht. Man erwirbt sich mit der Zeit eine grosse Sicherheit, auf den ersten Blick zu erkennen, ob neben einander liegende Quarzkörnchen zusammengehörten oder nicht.

Die in vorliegendem Falle so anschaulichen Druckerscheinungen bei Feldspath und Quarz können wohl als typisch für dieselben angesehen werden. Überall fast verräth sich die Neigung des Feldspathes zur Bildung eines manchmal ziemlich breiten Corrosionskranzes, und das feinkörnige das Feldspathkorn umgebende Aggregat gewährt demselben offenbar Schutz gegen weitergehende Deformation im Innern, welche sich gewöhnlich nur auf undulöse Auslöschung oder theilweise secundäre Zwillingsbildung beschränkt. Der Quarz

hingegen hat eine ausgesprochene Vorliebe, ganz und gar in zackig begrenzte Bruchstücke zu zerfallen; und namentlich der zackige Verlauf der Zertrümmerungslinien u. d. M. ist für den Quarz in hohem Grade charakteristisch und kann wie der makroskopische muschelig-splitterige Bruch, dem er offenbar entspricht, mit für die Erkennung des Quarzes im Dünnschliff verwerthet werden. Fehlt im Allgemeinen dem Quarz der typische Corrosionsrand des Feldspathes, so zeigt er dafür nicht selten den Rand als ganzes Stück abgesprengt. Fig. 6 gibt ein Beispiel hierfür aus dem schon erwähnten Biotitgneiss von Quebrada del Peñon. Dabei erweisen sich die beiden Teile des Quarzes, trotzdem sie scharf und ohne den geringsten Zwischenraum aneinanderpassen, als in optischer Hinsicht oft sehr von einander abweichend orientirt. Ja bei Anwendung des Gypsblättchens vom Roth I. Ordnung findet man zwischen gekreuzten Nicols, dass bei einer gewissen Stellung des Mikroskoptisches beide zugleich das Roth I. Ordnung aufweisen, bei einer Drehung desselben jedoch gerade einander entgegengesetzte Interferenzfarben annehmen.

Es braucht wohl kaum noch betont zu werden, dass die vorgeführten Verhältnisse nicht eine durchgreifende Regel vorstellen, sondern sich vielfach Abweichungen davon finden. Es liegt ja auch auf der Hand, dass der Gebirgsdruck nicht immer in derselben Weise wirken wird; er wird ganz anders in porphyrartigen Gesteinen zur Geltung kommen, als in gleichmässig körnigen, anders, wenn das Gestein eine Streckung erfährt, als wenn es eine Zusammenstauchung erleidet. Immerhin scheinen mir die geschilderten Druckäusserungen charakteristisch für die beiden wichtigsten Mineralien, Feldspath und Quarz, zu sein.

Werfen wir in derselben Hinsicht noch einen Blick auf einige andere Gemengtheile.

Wenn J. Lehmann sich bei seiner Ansicht von der nachträglichen Ausscheidung des Glimmers auf Gleitflächen auch besonders auf die wohlerhaltene Form stützt[1], welche derselbe gerade im Gegensatz zu den jüngeren plutonischen Ge-

[1] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. S. 219.

steinen im Gneisse aufweisen soll, so kann man doch diesen von ihm behaupteten Mangel an mechanischer Deformation beim Glimmer — wenigstens nicht in der von ihm ausgesprochenen Allgemeinheit — gelten lassen. Fallen auch in der That manchmal die Glimmerblättchen durch ihre ungestörte Form auf, wo andere widerstandsfähigere Gemengtheile deutliche Druckwirkungen erkennen lassen, so fehlt es andererseits doch ebenso wenig an oft recht stark in ihrer Form veränderten. Schon makroskopisch zeigen sich die Glimmerblättchen oft gebogen, namentlich aber u. d. M. begegnet man häufig einfach gekrümmten oder wellenförmig gefalteten, einmal oder treppenförmig geknickten, noch öfters ganz unregelmässig zerstückten und zerfetzten. Es hat allerdings den Anschein, als ob die auf den Schieferungsflächen liegenden Blättchen unversehrtere Formen aufwiesen, als die regellos im Gestein vertheilten. Wenigstens wurde die stärkste Deformation an dem Biotit des mehrfach erwähnten Gneisses von Quebrada del Peñon beobachtet, welcher starke Druckwirkungen erkennen lässt, ohne dass es zur Bildung ausgesprochener Schieferungsflächen gekommen wäre.

Fast sämmtliche Individuen erscheinen hier in einzelne zum Theil noch zusammenhängende Strähnen aufgefasert, nicht nur senkrecht, sondern auch parallel zur Basis. In die Lücken zwischen die einzelnen Strähnen ist Quarz oder Feldspath aus darüber oder darunter liegenden Flächen hineingedrängt, zum Theil vielleicht auch erst nachträglich in dieselben ausgeschieden. Hier ist es zweifellos, dass der Glimmer schon vor dem Eintreten des Druckes gebildet war und denselben miterlitten hat. So weitgehende Deformation findet man, wie gesagt, nicht an dem die Schieferungsflächen bekleidenden Glimmer, ein Umstand, der indessen wohl kaum zwingend für die secundäre Entstehung desselben spricht.

Ähnliche Druckerscheinungen zeigen selbstredend auch die accessorischen Mineralien, besonders Granat und Turmalin, welcher letztere ja auch makroskopisch oft so deutliche Knickungen und Krümmungen aufweist.

Wie man schon makroskopisch den Turmalin oft zertrennt und die Lücken zwischen den schwarzen Bruchstücken mit heller Gesteinsmasse ausgefüllt sieht, so beobachtet man

auch u. d. M. bei hochgradiger Druckwirkung andere Gemengtheile in einzelne von einander getrennte Stücke zerfällt. Am ehesten wird man diese Erscheinung antreffen, wenn der Gebirgsdruck eine Streckung des Gesteins zur Folge hatte. Die grossen Feldspathkrystalle der Gesteine von Visvis und Cerrillos sind fast ausnahmslos in dieser Weise zertrümmert. Die Anzahl der Bruchstücke ist manchmal ziemlich gross, sie steigt über sechs; entweder hängen sie stellenweise noch mit einander zusammen, oder sie sind (im Verhältniss zu ihrer Grösse oft weit) von einander entfernt. An dem zusammenpassenden Verlauf ihrer Grenzen und der im Grossen und Ganzen gleichbleibenden Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols erkennt man leicht, dass sie zuvor einen einheitlichen Krystall bildeten. Beim Quarz findet sich eine derartige Zertheilung viel unvollkommener, er scheint meist ganz in kleine Trümmer aufgelöst zu sein, und diese sind es vor Allem, welche die Lücken zwischen den Feldspathbruchstücken ausfüllen.

An dieser Stelle söll auch die Querabsonderung und Auflösung in einzelne Glieder, welche die Sillimanitnadeln namentlich deutlich in dem Fibrolithgneisse von Tacuru erkennen lassen, besprochen werden. Ich kann dieselben im Gegensatz zu KALKOWSKY nur für ein mechanisches Phänomen halten.

Derselbe beobachtete[1], dass kurze Sillimanitstückchen oft ziemlich weit von einander entfernt sind („mit Quarzsubstanz zwischen sich, welche, wie die Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols zeigt, stets continuirlich mit dem übrigen Quarz zusammenhängt, in welchem das betreffende Faserkieselindividuum eingelagert ist") und dabei meist genau hinter einander liegen („so dass also eine durch die Längskante von zwei Gliedchen gelegte Gerade genau in die Kanten der übrigen Gliedchen fallen würde"), und schloss hieraus, dass keine „Zerbrechung oder Zertrümmerung" der Sillimanitnadeln vorliege, sondern eine „einfache Wachsthumserscheinung". Man wird in den Worten „einfache Wachsthumserscheinung" keine Erklärung des Phänomens erblicken können, auch nicht mit dem Zusatze: „vielleicht bedingt durch die Vertheilung des Bildungsmateriales."

[1] Die Gneissformation des Eulengebirges. S. 6.

Es ist nicht klar zu ersehen, ob KALKOWSKY auch die einfache Quertheilung der Sillimanitnadeln nicht als blosse Risse gelten lassen will, als was sie trotz ihrer (zum Theil auf der starken Lichtbrechung des Sillimanits beruhenden) scharfen Ausgeprägtheit doch wohl erscheinen. Da sich nun alle Übergänge von solchen nur Querrisse zeigenden Individuen in ganz und gar in einzelne, deutlich getrennte Glieder aufgelöste finden, so liegt es jedenfalls nahe, für beide Erscheinungen (die einfache Querspaltung und die Auflösung in einzelne Glieder) eine Ursache und nur in beiden Fällen mit verschiedener Intensität wirksam anzunehmen. Dass Gemengtheile in einzelne Stücke zertrennt sind, ist ja eine in den Gneissen oft zu beobachtende Erscheinung, und die Analogie mit Versteinerungen, z. B. Belemniten, welche bei Streckung und Ausquetschung der sie führenden Schichten in mehrere genau hinter einander liegende Glieder zerrissen wurden, ist recht naheliegend. Dass eine solche Streckungserscheinung bei den Sillimanitnadeln vorliege, macht schon die Erscheinungsweise begleitender Mineralien wahrscheinlich. In einem Fibrolithauge liegen ein zerrissenes Magneteisenstück und mehrere auffallend lang gestreckte, zum Theil auch zerrissene Granaten, deren einer in Fig. 7 abgebildet ist.

Zwei Thatsachen sprechen nun aber ganz deutlich für eine nachträgliche Zerstückelung; zunächst beobachtet man gar nicht selten, dass die einzelnen hinter einander gelegenen Glieder krummlinig begrenzt sind an den einander gegenüber liegenden Enden, und die krummen Begrenzungslinien je zwei solcher Glieder genau an einander passen. Von einem Individuum, wie es Fig. 8b zeigt, wird nicht anzunehmen sein, dass die einzelnen Theile in der vorliegenden Gestalt gebildet worden seien. Noch unwiderleglicher beweist den ursprünglichen Zusammenhang der Glieder der Umstand, dass die Querspalten nicht selten durch Einschlüsse hindurchsetzen; auch hier finden sich nicht wenige Beispiele von auseinander gerissenen Krystallen, so dass die eine Hälfte des Einschlusses in dem einen, die andere in dem davon getrennten Gliede liegt (s. Fig. 8c).

KALKOWSKY sucht seine Annahme einer primären Gliederung der Sillimanitnadeln durch die Beobachtung zu stützen,

dass gerade da, wo Spaltrisse in denselben auftreten, in dem umgebenden Quarz parallel denselben Durchschnitte von einschlussreichen Flächen zu erscheinen pflegen. Letzteres ist mir nicht aufgefallen; indessen könnte man, da eine nachträgliche Zertrümmerung der Sillimanitnadeln wohl zweifellos ist, diesen Umstand vielleicht umgekehrt erklären und sagen, dass an den Stellen, wo der Druck am stärksten wirkte und die Sillimanitnadeln zerrissen, in dem Quarz sich Ebenen mit Flüssigkeitseinschlüssen ausbildeten. Es wäre diese Vermuthung gut zu vereinigen mit der oben mitgetheilten Beobachtung, dass diese Ebenen gern senkrecht zu der Richtung verlaufen, in welcher der Quarz seine grösste Erstreckung aufweist.

Schliesslich mag noch die Angabe[1] berichtigt werden, dass die Sillimanitnadeln ausnahmslos vollständig starr und absolut unelastisch seien. Machen dieselben auch in der Regel diesen Eindruck, so finden sich vereinzelt doch auch solche, welche eine bruchlose Krümmung erlitten haben, so dass sie zwischen gekreuzten Nicols nicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleichzeitig auslöschen.

Werfen wir nach der kurzen Betrachtung der wichtigeren Mineralien hinsichtlich der durch Druckwirkung an ihnen hervorgebrachten Deformationen noch einen Blick auf die das Gesteinsgewebe im Ganzen treffenden. Alle hierher gehörigen Erscheinungen hat Kjerulf unter dem Namen „Kataklasstructur“ zusammengefasst. Einzelne Typen derselben aufzustellen ist kaum möglich, da fast stets die mannigfaltigsten Druckäusserungen, wie Streckung, Biegung, randliche Corrosion, Zerreissung der verschiedenen Gemengtheile, neben einander hergehen, und je nach dem Vorwalten einer oder mehrerer derselben durch alle Übergänge mit einander verbundene Structuränderungen resultiren. Auch kann dieselbe Erscheinung auf verschiedenem Wege zu Stande kommen, so z. B. die von Törnebohm hervorgehobene „Mörtelstructur“, bei welcher grössere Feldspath- und Quarzkrystalle von einem feinkörnigen Aggregat derselben Mineralien, wie von einem Mörtel, umgeben sind. Dieselbe erscheint z. B. deutlich in

[1] Kalkowsky, Die Gneissformation des Eulengebirges. S. 7. — Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie I. S. 384.

dem oben besprochenen Augengneiss von Cardones, Sa. del Cajon (Salta) hinsichtlich der Feldspäthe, welche mit einem ziemlich breiten Corrosionskranze umgeben sind. Ebenso kann man es aber auch als Mörtelstructur bezeichnen, wenn, wie z. B. in den Gesteinen von Visvis und Cerrillos die grossen Feldspäthe in einzelne, räumlich getrennte Bruchstücke zertrümmert sind, und wesentlich aus Quarzkörnchen bestehender Mörtel die Lücken zwischen denselben ausfüllt.

Allenfalls möchte ich aus der Mannigfaltigkeit secundärer Structurformen eine als secundäre Fluidalstructur hervorheben, welche namentlich bei den porphyrartigen Gneissen auftritt. U. d. M. sieht man, wie die Grundmasse sich um die grösseren Krystalle herumwindet und zwischen denselben hindurchzwängt, eine Folge des Gebirgsdruckes, welcher die grösseren Krystalle an einander vorbeigleiten lässt. Im Dünnschliff gewährt ein solcher stark gedrückter, porphyrartiger Gneiss einen auffallend an die Fluctuationsstructur mancher Eruptivgesteine erinnernden Anblick.

Berechtigen die bei den Gneissen beobachteten, mechanischen Deformationen zu irgend welchen Schlüssen hinsichtlich des ursprünglichen Zustandes derselben? Man wird diese Frage nicht schlechtweg verneinend beantworten dürfen. Soviel wenigstens lässt sich mit Gewissheit behaupten, dass solche mechanischen Deformationen in den Gneissen allgemein verbreitet sind, und dass keine Theorie zur Erklärung ihres eigenthümlichen, anscheinend die Merkmale plutonischer und sedimentärer Gesteine vereinigenden Wesens den Anspruch erheben kann, das Problem zu erschöpfen, welche nicht dem Dislocationsmetamorphismus die ihm gebührende Bedeutung zuweist. Aber noch sind die Erscheinungen desselben zu wenig untersucht, und herrscht über Fragen von einschneidender Bedeutung zu grosse Ungewissheit, als dass schon jetzt ein Versuch, den Werth dieses Factors bei der Bildung des Gneisses bis zu seiner gegenwärtig vorliegenden Ausbildungsweise richtig abzugrenzen, Aussicht auf Gelingen hätte.

Zunächst bleibt die Frage zu entscheiden, wann die Gneisse die an ihnen unverkennbare, mechanische Metamorphose erfahren haben: ob während ihrer ursprünglichen Entstehung, oder ob später, als sie bereits fertig gebildete Ge-

steine waren. Und nicht minder belangreich ist die noch sehr verschieden beantwortete Frage, ob sie sich wie starre, oder wie plastische Körper derselben gegenüber verhalten haben.

A. Heim[1] hat bekanntlich auf Grund geologischer Lagerungsverhältnisse in den Alpen bewiesen, dass die an dem Aufbau derselben betheiligten Schichten des Flötzgebirges erst oder noch gefaltet wurden, nachdem sie bereits erhärtet waren. Was die Art und Weise der Umformung der Gesteine anbetrifft, so hätte sowohl solche durch Bruch, als auch solche ohne Bruch stattgefunden; jene „rupturelle", bei welcher die Gesteine in kleine Fragmente zertrümmert worden wären, die durch Druck aus ihrer ursprünglichen Lage entfernt, gegen einander verschoben und schliesslich durch Secretion wieder verkittet worden wären, hätte namentlich in den oberen Lagen stattgefunden; diese „plastische", bei welcher die Molecüle des Gesteins sich verschoben hätten, sei auf die tiefsten Lagen, wo die höchste Belastung und ein allseitiger Druck herrschen, beschränkt gewesen; in den mittleren Lagen hätten beide Arten der Umformung neben einander Platz gegriffen (da erklärlicher Weise nicht bei allen Gemengtheilen derselbe Druckgrad Plasticität zur Folge habe). Manche haben sich dieser Ansicht angeschlossen, namentlich Reyer, welcher noch der Gebirgsfeuchtigkeit eine wichtige Rolle als Lösungsmittel dabei zuschreibt[2]; andere, z. B. Gümbel[3], haben eine plastische Umformung in Abrede gestellt[4].

Nun wird man, was von den postarchäischen Sedimenten gilt, nicht ohne Weiteres auf die Gneisse (ich spreche hier absichtlich nur von diesen, nicht von den krystallinen Schiefern allgemein) übertragen dürfen, weil es eben nicht feststeht, dass dieselben ehemals ebensolche klastischen Sedimente

---

[1] Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878. Bd. II.

[2] Theoretische Geologie. Stuttgart 1888. S. 442 ff.

[3] Geologie von Bayern. I. Theil. 1885 u. 1886. S. 450.

[4] Die experimentellen Versuche Spring's, welcher durch hohen Druck Blei und Zinn flüssig machte, hat Rosenbusch zum Gegenstand eines Referates gemacht; dies. Jahrb. 1882. -42-.

waren, vielmehr die Vermuthung viel näher liegt, sie seien gleich holokrystallin gebildet worden (oder es wenigstens bald durch Diagenese geworden); indessen wird man auch bei einer Betrachtung der structurellen Metamorphose der Gneisse von denselben Gesichtspunkten ausgehen können.

Was die erste der Fragen anbetrifft, die nach dem Zeitpunkte, in welchem der Dislocationsmetamorphismus eintrat, so steht wenigstens so viel ausser allem Zweifel, dass die Gneisse noch Druckwirkungen ausgesetzt waren, nachdem sie bereits feste, wahrscheinlich krystalline Gesteine waren; wie hätten sonst die geschilderten Vorgänge, wie Knickung, Berstung und Zerreissung der Gemengtheile Statt haben können!

Ob bereits bei der Entstehung des Gneisses Druckwirkungen eine Rolle gespielt haben — eine Annahme, welche man auch zur Erklärung der Schieferung nöthig zu haben geglaubt hat — ist eine Frage, die vorläufig noch unbeantwortet bleiben muss.

Alle in Vorstehendem angeführten mechanischen Deformationen weisen ferner auf rupturelle Umformung hin; selbst die erwähnte secundäre Fluidalstructur kann durch blosse Verschiebung kleinster Gesteinstrümmerchen zu Stande kommen. J. Lehmann bestreitet überhaupt jede plastische Umformung; er sagt wörtlich[1]: „Die Gesteinsformung hat nicht, wie Heim annehmen zu müssen glaubt, durch plastische Formung der Gemengtheile stattgefunden, sondern diese zeigen sich nur bis zu einem gewissen Grade nachgiebig, darüber hinaus zerspalten sie, oder werden zu Grus zerdrückt"; und an einer anderen Stelle[2]: „Eine plastische Formung der Einzelgemengtheile, ... habe ich niemals gefunden" u. s. w.

Um so grössere Beachtung verdient jedes Anzeichen, welches auf diese von Heim wahrscheinlich gemachte plastische Umformung hinweist. Und ganz fehlt es an solchen nicht; ich führe ein Beispiel an: Jener gelegentlich der als „Streifenquarz" bezeichneten Erscheinung erwähnte, glimmerarme Gneiss von Ischialasto weist zwar keine ausgeprägte Schieferung auf, erscheint jedoch stark gedrückt. In einem

[1] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. S. 197.

[2] Ibid. S. 249.

in beliebiger Richtung angefertigten Dünnschliffe, von welchem ein Theil in Fig. 9 abgebildet ist, sieht man, wie der Quarz langgestreckt sich zwischen den Feldspathkörnern hindurchzieht, fast als wäre er geflossen. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, dass er durch Druckwirkung plastisch geworden sei. Die Feldspäthe erscheinen in ihn hineingedrückt, wie in eine teigartig consistente Masse; sie haben einen unversehrten Rand, und der Quarz selbst zeigt keine Zertrümmerung in einzelne Bruchstücke[1].

Trotzdem Lehmann nicht an eine plastische Umformung der einzelnen Gemengtheile glaubt, spricht er gleichwohl selbst von plastischer Gesteinsformung[2]. Wenn durch den Gebirgsdruck Biegungen und Faltungen entstehen, wie man sie von vornherein bei so starren Körpern, wie es die krystallinen Gesteine sind, nicht für möglich halten sollte, so verdient diese Umformung nach ihm die Bezeichnung einer „plastischen". Es dürfte jedoch zweckmässig sein, dieselbe auf die (anscheinend recht seltenen) Fälle zu beschränken, wo thatsächlich eine theilweise Änderung des Aggregatzustandes, eine Erweichung einzelner Gemengtheile stattfindet. Unter gewissen Bedingungen, von welchen Allseitigkeit des Druckes wohl die hauptsächlichste ist, lösen sich Druckspannungen in einem Gestein nicht durch einige wenige grosse Sprünge, sondern durch eine Unzahl kleiner aus. In dem einen Falle zerfällt das Gestein in mehrere Bruchstücke, wird eine Breccie, wobei die Einzelgemengtheile in der Mehrzahl unversehrt bleiben; in dem anderen Falle werden gerade die Einzelgemengtheile zertrümmert, während der Zusammenhang im Ganzen gewahrt bleibt. In letzterem Falle kann in dem verhältnissmässig lose verbundenen Aggregate von mehr oder minder feinkörnigen, innerhalb gewisser Grenzen beweglichen Theilchen durch Verschiebung derselben Verbiegung und Faltung

---

[1] Es dürfte nicht ohne Interesse sein, darauf hinzuweisen, dass v. Chrustschoff zur Erklärung ganz anderer Erscheinungen die Annahme eines intermediären, zwischen fest und flüssig liegenden Zustandes beim Quarze gemacht hat. (Jahresbericht d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Jahrg. 1885. S. 142.) An anderen Mineralien sind solche Mittelzustände direct beobachtet.

[2] a. a. O. S. 208, 237, 244.

zu Stande kommen; immerhin ist diese Umformung keine bruchlose, und man sollte sie consequenter Weise nicht plastisch, sondern höchstens „pseudoplastisch“ nennen.

Wenn nun ein Gestein, welches im Dünnschliff eine weitgehende „innere Breccienbildung“, wie man die rupturelle Umformung geradezu genannt hat[1], gleichwohl durchaus fest erscheint, so kann dies offenbar nur durch Processe bewirkt sein, welche sich nach Aufhören der Zertrümmerung verursachenden Druckkräfte in ihm abspielten und seine Wiederverfestigung zur Folge hatten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung hat man vielfach Gelegenheit, diese durch die Gebirgsfeuchtigkeit bedingten, auf Secretion beruhenden Vorgänge näher zu verfolgen und in ihrer Bedeutung zu erkennen. Einzelne von grösseren Krystallen abgesprengte Bruchstücke heilten wieder fest an; der feinkörnigste, aus dislocirten Fragmenten von Quarz und Feldspath — von diesen beiden wichtigsten Gemengtheilen ist hier hauptsächlich die Rede — bestehende Grus wurde ein so fest zusammenhängendes Ganzes, dass, wenn ein Dünnschliff, wie es zuweilen vorkommt, bei Auflegen des Deckgläschens auseinandergeht, die Zertrennungslinie häufig nicht durch solche Detrituspartien, sondern mitten durch daneben liegende einheitliche Individuen (nach deren Spaltrissen) läuft. Gleichartige Partikel des Detritus können zu einheitlichen grösseren Individuen verschmelzen. Entstanden bei dem Act der Dislocationsmetamorphose klaffende Sprünge und Lücken, in welche das Corrosionsmaterial nicht sogleich einzudringen vermochte, so wurden dieselben doch allmählich durch in sie hinein ausgeschiedene Mineralsubstanz ausgefüllt; unausgefüllte Hohlräume in dem Mineralaggregat werden nicht aufgefunden. Gewöhnlich ist es die Kieselerde, welche als Quarz diese Lücken schliesst; schmälere Spalten werden zumeist von (hellem) Glimmer ausgeheilt, für welchen J. Lehmann eine so weitgehende Neubildung nach dem Acte der Dislocationsmetamorphose in Anspruch nimmt. Aber auch Feldspath ist zweifellos in der Periode der Wiederverfestigung neu gebildet

[1] A. Heim, Zur Classification der krystallinen Schiefer; in Les Schistes crystallins. Londres 1888. S. 17.

worden, und zwar ganz vorzugsweise Mikroklin. In manchen Gesteinen, welche fast gar keine grösseren Mikroklinkrystalle aufweisen, sieht man kleinere Mikroklinkörner zwischen den grösseren Orthoklasen liegen. Ausnahmslos erscheint der Mikroklin, wie namentlich deutlich in gewöhnlichem Licht zu beobachten ist, frischer als der Orthoklas. Deshalb kann man auch in Fällen, wo der Mikroklin gleich orientirt an den Orthoklas angewachsen ist, an keine primäre Verwachsung beider denken, da es gezwungen erscheint, anzunehmen, dass die Kalifeldspathsubstanz in der Modification des Mikroklin schwerer verwittere als in der des Orthoklas. Aus demselben Grunde muss auch die Annahme, welche etwa gemacht werden könnte, zurückgewiesen werden: dass nämlich die Mikroklinkörner nur Fragmente der grösseren Orthoklase seien, in welchen durch mechanische Kräfte die charakteristische Mikroklinstructur hervorgerufen sei. Dieser, in solcher Allgemeinheit überhaupt unzulässigen, Annahme widerspricht auch der Umstand, dass der Mikroklin zwischen gekreuzten Nicols stets etwas von denen des Orthoklases verschiedene Polarisationstöne aufweist, was nicht der Fall ist, wenn ein Orthoklas stellenweise Mikroklinstructur annimmt. In einem Dünnschliff von einem röthlichen Muscovitgneiss von der Quebrada de Cristo, Candelaria (Cordoba) tritt Mikroklin im Innern eines Quarzkrystalles derartig auf, dass wohl kaum eine andere Deutung als die nachträglicher Einwanderung möglich ist. Man sieht noch die Zuführungscanäle vom äusseren Rande des Quarzes zu den Ansammlungen im Innern desselben (Fig. 10). Dass die benachbarten Orthoklase selbst den Stoff für den neugebildeten Mikroklin lieferten, ist darum wahrscheinlich, weil letzterer oft die Form derselben abrundet. So könnte man mit demselben, oder vielleicht mit mehr Recht, wie die französischen Petrographen von einem „quartz de corrosion", von einem „microcline de corrosion" sprechen. Dass der Mikroklin manchmal mit dem Orthoklas gleich orientirt verwachsen ist, lässt sich wohl daraus erklären, dass der Orthoklas auf die sich anlagernden Krystallmolecüle des Mikroklins einen richtenden Einfluss ausübte, wie dies wohl für alle gesetzmässigen Verwachsungen und Aufwachsungen angenommen werden muss. (Das Fortwachsen von Quarzkör-

nern in Sandsteinen, welche dadurch zu krystallinen Quarziten werden können, ist eine ähnliche Erscheinung.)

In diesem Zusammenhang muss noch eine andere Structurform ausführlicher besprochen werden, nämlich eine eigenthümliche Verwachsung zwischen Feldspath und Quarz, welche mit der sogenannten mikropegmatitischen oder schriftgranitischen grosse Ähnlichkeit hat. Manche Autoren erwähnen derselben geradezu unter diesem Namen; BECKE[1] erblickt in ihr den sichersten Nachweis dafür, dass Quarz und Feldspath gleichzeitig sich ausgeschieden haben, gleichen Alters sind. In den von mir untersuchten Gneissen habe ich diese Erscheinung sehr häufig beobachtet, ohne dass ich jemals den Eindruck gewonnen hätte, als läge thatsächlich das Gleiche vor, wie in den durch mikropegmatitische Verwachsung ausgezeichneten Gesteinen, besonders den von ROSENBUSCH so genannten Granophyren; und ich glaube in allen von mir beobachteten Fällen annehmen zu müssen, dass diese eigenthümliche Verwachsung zwischen beiden Mineralien nicht, wie zweifellos bei jenen, dadurch zu Stande gekommen ist, dass beide Substanzen bei Bildung des Gesteines gleichzeitig in einander krystallisirten, sondern dass sie der Periode der Wiederverfestigung angehört.

Ich versuche dies in Folgendem näher zu begründen. Zunächst stellt sich heraus, dass die in Rede stehende Verwachsung ganz besonders in denjenigen Gesteinen angetroffen wird, welche deutliche Kataklasstructur aufweisen, und in diesen besonders in denjenigen Partien, wo der feinkörnige Detritus an grössere Krystalle angrenzt. Untersucht man die einzelnen Vorkommnisse genau, so findet man, dass nur sehr selten — in Strenge vielleicht nie — die Quarztheilchen zwischen gekreuzten Nicols so genau gleichzeitig auslöschen, wie es bei den echten mikropegmatitischen Verwachsungen zu beobachten ist, und wie es der Fall sein müsste, wenn sie Ausläufer oder Äste eines einheitlichen Quarzindividuums wären. Ich beschreibe zwei Präparate, welche wohl mit Gewissheit erkennen lassen, dass diese Verwachsung eine secun-

[1] Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. (TSCHERMAK, Mineralogische Mittheilungen. Jahrg. 1882. S. 201.)

däre ist und zugleich geeignet sind, eine Vorstellung über das Zustandekommen derselben zu verschaffen. Der Feldspathkrystall in Fig. 5, welcher, von einem Corrosionskranz umgeben, keilartig in die umgebende Quarzmasse hineinragt, zeigt in seinem Innern keine Spur von Quarzeinlagerungen; gegen den nicht scharf abgegrenzten Corrosionsrand hingegen nimmt man deren in Gestalt kleiner Pünktchen und wohl auch gewundener und verästelter Stengelchen wahr. Hier ist die Annahme gewiss berechtigt, dass das Auftreten dieser Quarzeinlagerungen mit der Bildung des Corrosionsrandes in Zusammenhang steht, durch ihn bedingt ist. Die Erscheinung erklärt sich nun leicht und ungezwungen folgendermassen: Zwischen die den Corrosionsrand bildenden Feldspathkörnchen drangen von dem umgebenden Quarz kleinste Partikel hinein und wurden, während jene mit dem unverletzten Kern des Feldspathes und unter einander wieder zusammen verwuchsen, von denselben eingeschlossen.

Ein anderes, dem grobflaserigen Gneiss von Uyubil, nördlich Antinaco (La Rioja), entnommenes Präparat lässt den Vorgang noch deutlich erkennen (Fig. 11). Der in der Mitte der Zeichnung gelegene Feldspath mit den zerstreuten Quarzeinschlüssen, welche zwischen gekreuzten Nicols nicht alle zugleich auslöschen, erscheint bei einer gewissen Stellung des Mikroskoptisches ganz unversehrt. Dreht man den letzteren jedoch, so treten ganz feine, gekrümmt verlaufende Sprünge in demselben auf, und die von ersteren umschlossenen Theile erscheinen nicht ganz gleichmässig orientirt, so dass das Ganze einen Anblick gewährt, der an die oben besprochene, undulöse Auslöschung des Quarzes erinnert.

Sämmtliche Quarzeinlagerungen liegen nun auf diesen zarten, nicht bei jeder Stellung des Mikroskoptisches wahrnehmbaren Bruchlinien. Hier drängt sich unwiderstehlich die Überzeugung auf, dass kleine Quarzmengen von oben oder von unten her (in Bezug auf die Ebene des Schliffes) in die Sprünge eingedrungen seien und bei der allmählichen, vielleicht noch nicht ganz zum Abschluss gekommenen Verheilung derselben umschlossen wurden. Man findet diese Art von Quarzeinlagerungen verhältnissmässig selten, wie in dem letzten Falle, im Innern eines Feldspathdurchschnittes; auch Dathe

gibt an[1], dass sie meist auf die randliche Zone derselben beschränkt seien. Eine einfache Überlegung erklärt dieses Verhalten. Wir können wohl annehmen, dass (um bei einem speciellen Falle stehen zu bleiben) der Feldspath in Fig. 5 auf seiner ganzen Oberfläche von einer Corrosionshülle umgeben ist. Es ist nun sofort ersichtlich, dass die Mehrzahl aller den Krystall durchschneidenden Schliffe ein dem Dargestellten ähnliches Bild liefern werden, und nur die — im Verhältniss zu allen möglichen — wenigen nahezu tangentialen die Einlagerungen in der Mitte des Krystalldurchschnittes oder über die ganze Fläche desselben zerstreut zeigen werden. Da der Corrosionsrand im Verhältniss zu dem ganzen Krystall nur eine geringe Dicke hat, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Durchschnitt ganz in ersterem zu liegen kommt, nur gering.

Man kann nicht immer mit Sicherheit angeben, ob die von dem Feldspath abweichende Polarisationstöne zeigenden Einschlüsse wirklich Quarzsubstanz sind; oft machen sie nur den Eindruck von Hohlräumen, die aber gewiss dieselbe Entstehung haben, wie die mit Quarz ausgefüllten. Traten keine Quarzkörnchen zwischen die Feldspathbruchstücke ein, so konnten letztere vielleicht bei ihrer Vereinigung nicht den ganzen Raum ausfüllen und liessen schlauchförmige Canäle übrig.

Welches aber auch die Einzelheiten des Vorganges gewesen sein mögen — und er wird sich nicht in allen Fällen genau in derselben Weise abgespielt haben — soviel glaube ich aus meinen Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass die in Vorstehendem besprochene Verwachsungserscheinung zwischen Feldspath und Quarz — in der Mehrzahl der Fälle wenigstens — nicht dieselbe Deutung zu erfahren hat, wie die echte mikropegmatitische Structur der Granophyre und ähnlicher Gesteine, sondern als eine secundäre Erscheinung anzusehen ist[2]. Damit verlasse ich die der Periode der Wie-

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Granulits. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Jahrg. 1882. XXXIV. S. 38.)

[2] Lossen hat die Bedeutung, welche das Vorkommen schriftgranitischer — sowohl makro- als mikropegmatitischer — Verwachsung bei den krystallinen Schiefern für die Erkenntniss ihrer Entstehung hat, beleuchtet in „Les Schistes crystallins“ (s. S. 40). S. 122 ff.

derverfestigung angehörenden Erscheinungen, deren bisher kaum weit genug gediehene Erkenntniss, wie auf der Hand liegt, unumgänglich nöthig erscheint, um zu einer Vorstellung von dem ursprünglichen Zustande der Gneisse zu gelangen, und schliesse die Betrachtungen über die Structurverhältnisse überhaupt.

c. Chemische Umwandlungen.

Im Anschlusse an die zuletzt betrachteten Vorgänge wende ich mich zunächst kurz einem noch ganz in Dunkel gehüllten Punkte zu, nämlich den durch Dynamometamorphose bedingten stofflichen Umwandlungen.

Namentlich J. Lehmann hat mit Nachdruck betont, dass die gewaltigen, so deutlich in Erscheinung tretenden, mechanischen Kraftäusserungen auch von chemischen Umsetzungen hätten begleitet werden müssen.

Unberechtigt ist diese Annahme von vornherein gewiss nicht; unsere Kenntnisse über das Verhalten chemischer Verbindungen und die Änderungen der chemischen Verwandtschaft bei verschiedenen Druckgraden, denen sie ausgesetzt sind, sind zur Zeit jedoch trotz der Versuche von Pfaff[1], Spring[2] u. A. noch so geringfügige, dass man schlechterdings noch auf mehr oder minder begründete Vermuthungen angewiesen ist.

Namentlich zwei derartige Umwandlungen hat J. Lehmann wahrscheinlich zu machen gesucht. Die erste betrifft die mikroperthitische Verwachsung zwischen Orthoklas und Albit. Lehmann hält dieselbe für keine primäre; er spricht die — immerhin reservirte — Vermuthung aus[3], dass ursprünglich eine einheitliche Feldspathsubstanz von der chemischen Zusammensetzung, wie sie Orthoklas und Albit zusammen haben, gebildet worden sei, und dass aus diesem „Natronkalifeldspath" nach Aufhören der zur Zeit der Bildung bestehenden Bedingungen und unter Einwirkung äusserer Kräfte der Orthoklas und der Albit getrennt entstanden seien (dass an bestimmten „durch Druck alterirten Stellen" sich die Albit-

[1] Geologie als exacte Wissenschaft. Leipzig 1873. S. 308.

[2] vgl. S. 37.

[3] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. S. 217.

substanz ausgesondert habe)[1]. Einen Nachweis für diese Annahme zu liefern, hält freilich schwer oder ist überhaupt unmöglich (ausser etwa durch das Experiment). In den Dünnschliffen des Gesteines von Visvis machte ich eine Beobachtung, welche sich vielleicht für dieselben verwerthen liesse. In der Ansammlung von Albitsubstanz im Innern des in Fig. 1 abgebildeten Feldspaths nimmt man u. d. M. zahlreiche kleine Schüppchen von Muskovit wahr, welche auch in den langgestreckten Albitlamellen sparsam auftreten, dem gewissermassen den Untergrund bildenden Orthoklas indessen so gut wie ganz fehlen. Der Annahme, sie wären durch gewöhnliche Verwitterung entstanden, entspricht das Bild nicht, und es bliebe ja dabei ganz räthselhaft, dass gerade in dem Kali eventuell nur in geringen Mengen führenden Albit so reichlich sich hätte Muskovit bilden sollen, während der Kalifeldspath selbst gar keinen abschied. Nimmt man mit Lehmann an, dass ursprünglich eine Mischung von Orthoklas- und Albitsubstanz vorgelegen habe, in welcher die letztere, wie das Verhältniss von Orthoklas und Albit in der Figur zeigt, den geringeren Antheil ausgemacht habe, so könnte man zur Erklärung ferner annehmen, dass in derselben aus irgend einem Anlass sich an bestimmten Stellen normale Albitsubstanz ausgesondert habe und dass ein dadurch frei werdender Theil des in dem Ganzen enthaltenen Kali zur Bildung von Muskovitblättchen Anlass gegeben habe, welche an Ort und Stelle von der Albitmasse eingeschlossen worden sind.

Die andere von Lehmann mit mehr Bestimmtheit ausgesprochene Annahme dynamometamorpher Bildung betrifft die Umsetzung von Granat in Biotit. Er sagt[2]: „Die Umwandlung von Granat in Biotit kann nicht als eine gewöhnliche Pseudomorphosenbildung unter Einfluss des Sickerwassers aufgefasst werden, sondern durch Druck und erhöhte Temperatur (vielleicht bei Anwesenheit von Gebirgsfeuchtigkeit) erfolgte Mineralauflösung und Ausscheidung.“ Ich habe in den untersuchten Gneissen

[1] Andere von Lehmann aufgestellte Ansichten über diese Verwachsung (Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur. Jahrg. 1885. S. 92) kommen für die Gneisse kaum in Betracht.

[2] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. S. 149.

lange vergeblich nach Anzeichen einer solchen Dynamometamorphose von Granat in Biotit gesucht, bis ich schliesslich in dem Biotitgneiss von Salto, Rio Tercero (Cordoba) solche beobachtete, welche in der That die von LEHMANN gegebene Deutung als nicht ungerechtfertigt erscheinen lassen.

Das Gestein, ein grauer, ziemlich deutlich geschieferter Biotitgneiss, enthält in seinen, den Quarzfeldspathlagen ziemlich gleichwerthigen, glimmerreichen Lagen zahlreiche Granatkrystalle, von denen jedoch kein einziger seiner Form nach unversehrt geblieben ist. An Stelle eines zusammenhängenden Krystalls nimmt man stets mehr oder minder von einander getrennte, ganz unregelmässig gestaltete Körnchen wahr, zwischen denen Quarzstückchen und Glimmerblättchen liegen, so dass ungefähr ein Bild, wie das in Fig. 12 dargestellte, zu Stande kommt. Diese Häufchen, aus Quarz, Granat, Biotit, sparsamem Muskovit bestehend, heben sich deutlich aus dem übrigen Mineralgemenge heraus und bieten u. d. M. ein so charakteristisches Ansehen, dass man auf den ersten Blick erkennt, wo ehemals ein grösserer Granatkrystall vorgelegen hat, selbst wenn von demselben erst bei Anwendung stärkerer Vergrösserung Körnchen in dem wirren Aggregat wahrzunehmen sind. Daran, dass dieselben ursprünglich einen grösseren Granatkrystall bildeten, kann kein Zweifel bestehen; combinirt man ihre Umrisse, so erkennt man in vielen Fällen noch deutlich, dass sie, einander genähert und mit einander vereinigt, zu einem grossen Granatkorn zusammenpassen. Mit geringerer Sicherheit kann man aus solchen Constructionen entnehmen, ob letzteres nur in die getrennten Partikel zertrümmert worden ist, oder ob thatsächlich dabei auch Granatsubstanz verloren gegangen und an Stelle derselben Biotit gebildet worden sei; im Allgemeinen scheint jedoch wirklich die Menge der Biotitblättchen zu der der Granatkörnchen in umgekehrtem Verhältniss zu stehen. Man kann aber zuweilen bei Anwendung stärkerer Vergrösserung die Entstehung des Biotits aus dem Granat direct beobachten. Die Granatkörnchen nehmen stellenweise eine bräunliche Färbung an, namentlich an den Rändern und im Innern an Sprüngen; gleichzeitig werden sie dort doppelbrechend, und in günstigen Fällen kann man selbst an diesen Fleckchen den charakte-

ristischen Pleochroismus des Biotits wahrnehmen. Die Biotitsubstanz geht gleichmässig in die Granatsubstanz über, so dass erstere nicht als Einschluss angesehen werden kann. Der Unterschied dieser Umwandlung von Granat in Biotit von einer gewöhnlichen Verwitterung liegt nun wesentlich in zwei Punkten: erstens in der Auflösung des Granatkornes in einzelne kleinere Partikel, welche man sich kaum anders als durch mechanische Kräfte bewirkt vorstellen kann, und zweitens in dem vollständigen Mangel der gewöhnlichen Nebenproducte der Verwitterung, wie Chlorit und Epidot.

So unaufgeklärt der Vorgang im Einzelnen bleibt, so lässt sich doch soviel sagen, dass er ein von gewöhnlicher atmosphärilischer Verwitterung, wie z. B. der unten beschriebenen von Granat in Hornblende sehr abweichendes Bild gewährt. Da überdies das denselben aufweisende Gestein, wenn es auch u. d. M. nicht ganz so frisch erscheint, wie im Handstück, an den übrigen Gemengtheilen, namentlich Biotit, keine umfangreichen Verwitterungserscheinungen erkennen lässt, so möchte ich Lehmann in seiner Annahme einer durch mechanische Kräfte bewirkten Auflösung und Ausscheidung von Mineralsubstauz beipflichten.

Eine ähnliche Erscheinung zeigt der Turmalin des Gesteines von Visvis. Ein grösserer Krystall ist ebenfalls in eine ganze Anzahl von Bruchstücken zertrümmert, welche noch ziemlich gleichmässig zwischen gekreuzten Nicols auslöschen, und zwischen denen sich Quarzadern hindurchziehen. Aus dem Turmalin ist Eisenoxyd abgeschieden, an manchen Stellen so reichlich, dass derselbe ganz dadurch verdeckt ist; gleichzeitig beobachtet man stellenweise eine Umsetzung des Turmalins in ein helleres, gelbliches, glimmerartiges Mineral (Pinit?). Da der Turmalin zu den weniger leicht verwitternden Mineralien gehört, das Gestein auch keine merklichen, atmosphärilischen Einwirkungen erkennen lässt, wohl aber hochgradige Druckwirkungen und in der mikroperthitischen Verwachsung seiner Feldspäthe auch vielleicht eine dynamometamorphe Bildung aufweist, so könnte man vielleicht auch diese Umsetzung des Turmalins als durch mechanische Kräfte ins Werk gesetzt auffassen.

Von diesen immerhin zweifelhaften und noch keineswegs

gehörig aufgeklärten Umwandlungserscheinungen wende ich mich zu den nachweisbar auf Verwitterung unter dem Einfluss der Atmosphärilien zurückzuführenden.

Viel Gelegenheit zur Beobachtung derartiger Vorgänge bieten die untersuchten Gneisse nicht. Sie sind der Mehrzahl nach von einer Frische, welche in Anbetracht der leichten Verwitterbarkeit, die im Allgemeinen den Gneiss auszeichnet, auffallend ist. Selbst direct von der Oberfläche des anstehenden Gesteins geschlagene Handstücke erscheinen im Innern noch beinahe ganz frisch. Sie verdanken nach Herrn Prof. Brackebusch diesen günstigen Erhaltungszustand dem Umstande, dass sie von keiner Humusdecke überlagert sind. Immerhin finden sich einige, welche mehr oder minder weitgehende Verwitterungsprocesse aufweisen.

Man erkennt hier wieder deutlich, wie die Gesteine senkrecht zu den Schieferungsflächen den geringsten Zusammenhalt haben, indem die Verwitterung stets längs denselben vorschreitet. Dadurch erhalten die Gesteine zuweilen ein eigenthümlich verändertes Aussehen. In einem feinkörnigen, dünnschieferigen, schwarzen Biotitgneiss von Tala westlich Catamarca verläuft parallel der Schieferung eine etwa einen Centimeter breite, weisse Zone. Äusserlich betrachtet erscheint sie von ganz anderer Beschaffenheit als das übrige Gestein; u. d. M. erkennt man jedoch, dass in ihr die feinen Quarzfeldspath- und Glimmerlagen genau so mit einander abwechseln wie ausserhalb ihrer, und dass die weisse Farbe nur auf einer Bleichung des Biotits und Kaolinisirung ihres Feldspaths beruht, welche Mineralien in dem übrigen Gestein noch ganz frisch sind.

Hinsichtlich der Verwitterung der einzelnen Mineralien beschreibe ich nur einige wenige Fälle genauer und führe die ganz allgemein verbreiteten Erscheinungsweisen nur kurz an. Zu diesen gehören die Kaolinisirung und Epidotisirung des Feldspathes, welche letztere augenfällig in den kalkreicheren Hornblendegesteinen in erhöhtem Maasse Platz greift.

Der Biotit wird entweder nur gebleicht oder chloritisirt, wobei der ausgelaugte Eisengehalt zuweilen die gleichzeitig kaolinisirten Feldspäthe als Eisenoxydhydrat infiltrirt, die dann u. d. M. als rostbraune, structurlose Fetzen erscheinen,

wie in einem schon äusserlich rostfarben aussehenden Gneiss von dem Fundort Quebrada del Peñon (S. Juan).

Das bei der Verwitterung des Biotits von fast allen Autoren[1] beobachtete Auftreten von Rutilnädelchen in demselben wurde auch in den untersuchten Gneissen vielfach constatirt. Nach meinen Beobachtungen kann ich mich nur denen anschliessen, welche dieselben als nachträglich von dem Biotit ausgeschieden und nicht als ursprünglich in demselben eingelagert halten. Der Biotit kann natürlich stark verwittert sein, ohne dass Rutilnädelchen auftreten; in dem soeben erwähnten Biotitgneiss von Tala weisen die gebleichten Biotitblättchen ebenso wenig Rutilnädelchen auf, wie die ungebleichten; der Glimmer ist eben nicht titanhaltig. Andererseits braucht die Verwitterung nur eine oberflächliche, eben beginnende zu sein, damit sie sich schon einstellen; die braune Farbe des Biotits ist dabei oft noch völlig erhalten. Doch weist in solchen Fällen die Ausscheidung verschiedener Eisenoxyde auf den Beginn der Umwandlung hin, und der Umstand, dass die Rutilnädelchen ausschliesslich oder vorwiegend an den Rändern oder auf Klüften des Biotits auftreten, spricht deutlich für ihre secundäre Ausscheidung. Dieselbe erfolgt zuweilen ganz massenhaft; z. B. in dem Hornblende führenden Gneiss von der Cuesta del Palmar, wo stellenweise um den Biotit herum wahre Wolken winzigster Rutilindividuen auftreten. Wo dieselben weniger dicht zusammengeschaart sind, findet man unter ihnen auch wohl einzelne verhältnissmässig grosse, prismatische Krystalle, an welchen man zwischen gekreuzten Nicols die starke positive Doppelbrechung und die orientirte Auslöschung deutlich erkennen kann. Dieser Umstand, ferner die vielfach vorkommende, bekannte, gesetzmässige Verwachsung der Rutilnädelchen, welche den Namen „Sagenit" führt, und schliesslich das mehrfach beobachtete Auftreten eines Leukoxenrandes sind wohl unzweideutige Beweise dafür, dass diese Nädelchen in der That Rutil sind.

Sehr häufig erscheint der Biotit auch in Epidot umgewandelt; oft treten Chloritisirung und Epidotisirung neben einander auf; ja es werden senkrecht oder schräg zur Basis

[1] s. Literatur bei Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie I. S. 483.

getroffene Biotitindividuen angetroffen, bei welchen unveränderte, noch braune Lagen mit anderen abwechseln, die entweder nur gebleicht oder in Chlorit oder in Epidot umgewandelt sind.

Durch seine Verwitterungsweise interessant ist noch ein Gestein von der Nickelmine Solitaria nördlich Jaguel (La Rioja). Das ziemlich deutlich schieferige Gestein macht äusserlich den Eindruck eines Hornblendegneisses; bei mikroskopischer Untersuchung kommt man jedoch zu dem Ergebniss, dass die Hornblende höchst wahrscheinlich kein primärer Gemengtheil, sondern aus Granat entstanden ist. Nicht nur werden fast überall inmitten der Hornblendeanhäufungen noch Reste von Granat wahrgenommen, sondern man kann die Umwandlung des letzteren in Hornblende auch stellenweise noch deutlich verfolgen. Sie beginnt vom Rande oder von Sprüngen im Innern aus und gibt sich in gewöhnlichem Licht zunächst als Bräunung des Granates unter Beibehaltung seiner Form und Structur zu erkennen. Zwischen gekreuzten Nicols erscheinen diese verfärbten Stellen des Granates anisotrop. Die Hornblende bleibt jedoch nicht als solche erhalten, sondern unterliegt alsbald einer weiteren Umwandlung, in Chlorit und Epidot, in welche Verwitterungsproducte der Granat zum Theil vielleicht auch gleich direct übergeführt wurde. Was in der Auffassung, die Hornblende sei durchweg ein Umwandlungsproduct des Granats, stutzig machen könnte, ist, abgesehen von der Menge der ersteren, das Vorkommen grosser Apatite und Titanite, zweier für echte Hornblendegesteine charakteristischer, accessorischer Mineralien (wogegen der gleichfalls stark verwitterte Feldspath vorzugsweise Orthoklas gewesen zu sein scheint). Andererseits sind indessen meines Wissens keine Hornblendegneisse bekannt, welche so reichlich Granat führten, wie das in Rede stehende Gestein (in den Hornblendegneissen der Sammlung wurden gar keine Granaten gefunden). Hält man gleichwohl das Gestein für einen echten Hornblendegneiss, so ist man die höchst unwahrscheinliche Annahme zu machen genöthigt, dass, während die primäre Hornblende der Verwitterung in Chlorit und Epidot unterlegen sei, sich gleichzeitig aus dem Granat Hornblende secundär gebildet habe, welcher letztere Vorgang, wie be-

schrieben, deutlich zu beobachten ist. Die beiden in der Sammlung enthaltenen Handstücke des Gesteins sind schon durch Verwitterung so verändert, dass der ursprüngliche Zustand desselben nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden kann.

Damit ist die Reihe der in den untersuchten Gneissen beobachteten Umwandlungen erschöpft.

II. Specieller Theil.

Nach dem Vorschlage von Lossen[1] soll die Bezeichnung „Gneiss" nicht Ausdehnung finden auf locale, schieferige Faciesbildungen von Granit. Mit demselben Recht hat J. Lehmann verlangt[2], dass nicht nachweisbar durch structurelle oder chemische Metamorphose gneissähnlich gewordene, postarchäische Sedimente, z. B. Grauwacken, mit dem Namen „Gneiss" bezeichnet werden sollen (während er Gneiss geradezu als schieferigen Granit betrachtet). Verbindet man beide Forderungen mit einander, so bleibt der Name „Gneiss" auf die archäischen, holokrystallinen, in ihrer mineralogischen Zusammensetzung den Graniten äquivalenten Schiefergesteine beschränkt, deren Bildungsweise zur Zeit noch nicht sicher bekannt ist.

Hält man hieran fest, so ist wohl soviel sicher, dass unter den von mir untersuchten Gneissen keiner ist, der deswegen mit Unrecht diesen Namen trüge, weil er möglicher Weise nur ein metamorphosirtes, postarchäisches Sediment ist. Dagegen kann nicht mit derselben Gewissheit behauptet werden, es befinde sich auch keiner unter ihnen, der gegen die erste Bedingung verstiesse. In der That ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich einige darunter vorfinden, welche richtiger zu den Graniten gestellt würden. Die Betrachtung im Handstück ist für die Beurtheilung der Frage, ob Gneiss oder Granit, von sehr beschränktem Werth; aber auch bei Beobachtungen in der Natur kann man, zumal bei zweifelhaften Aufschlüssen, leicht schwankend sein, ob man es mit

[1] Der Bodegang im Harz. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874. XXVI. S. 87.)

[2] Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine S. 252 ff. und in Les Schistes crystallins. S. 52.

echtem Gneiss oder nur schieferig ausgebildetem Granit zu thun habe. Daher hat es nichts Auffallendes, wenn STELZNER und BRACKEBUSCH in ihrer Auffassung mancher Vorkommnisse von einander abweichen. Dies ist z. B. in Bezug auf die im allgemeinen Theil vielfach erwähnten Gesteine von Visvis und Cerrillos (beide Catamarca) der Fall. STELZNER liefert von dem Vorkommen folgende Beschreibung[1]: „Auf dem Wege von Nacimientos nach der Laguna blanca bestehen die Wände der Felsenschlucht, durch die man aufwärts steigt, durchgängig aus alten krystallinen Schiefern. Graue und rothe Gneisse herrschen vor, letztere gewöhnlich ebenplattig abgesondert und stellenweise reich an Turmalin. An der Wechsellagerung dieser beiden Gesteine, die man als typische Repräsentanten der unteren Abtheilung der archäischen Formation zu betrachten pflegt, betheiligt sich nun aber sonderbarer Weise noch ein drittes Gestein, nämlich ein kryptokrystalliner, dunkelfarbiger Schiefer, den man nach seinem äusseren Ansehen und nach seiner Härte zwischen Thon- und Kieselschiefer stellen möchte. Dass diese Schiefer wirklich einen integrirenden Bestandtheil der Gneissformation bilden, sei nochmals ausdrücklich hervorgehoben. An den nackten Felswänden der Schlucht sieht man ihre düsteren Bänke vielfach und allenthalben conform zwischen denen der lichter gefärbten Gneisse liegen."

Eine ganz andere Ansicht hat Prof. BRACKEBUSCH über dieses Vorkommen. Nach ihm ist das hellröthliche, stellenweise Turmalin führende Gestein, welchem eben die erwähnten Handstücke von Visvis und Cerrillos angehören, nicht Gneiss, sondern Granit, und der eigenthümliche, kryptokrystalline, dunkle Schiefer durch den Granitcontact entstandener Hornfels.

Ich hatte diese manches Interessante aufweisenden Gesteine bereits eingehender untersucht, ehe mir noch diese Deutung von Prof. BRACKEBUSCH bekannt wurde, ohne dass mir dabei der geringste Zweifel daran aufgestiegen wäre, dass dieselben echte Gneisse wären. Auch jetzt möchte ich sie noch für solche halten, in Anbetracht der hochgradigen Kataklasstructur, welche sie aufweisen, ferner ihrer Armuth

[1] Beiträge I. S. 14.

an Glimmer — der geringe Muskovitgehalt beruht vielleicht bloss auf Neubildung — und namentlich wegen der in keinem der anderen Gesteine so deutlich ausgebildeten mikroperthitischen Verwachsung ihrer Feldspäthe. Indessen der mikroskopische Befund kann hier auch nicht den Ausschlag geben, wohl aber steht von einer Untersuchung der vermeintlichen Hornfelse gelegentlich der Bearbeitung der letzteren die Entscheidung in dieser Streitfrage zu erwarten.

Ich schreite zur Aufführung der einzelnen Repräsentanten. Über die bei derselben befolgten Eintheilungsprincipien sei Folgendes vorausgeschickt:

Die allgemein angenommene, auf die Verschiedenheit des Glimmers begründete Eintheilung der Granite kann deshalb nicht ohne Weiteres auf die Gneisse übertragen werden, weil bei denselben ein Factor hinzukommt, der für die Granite (weil bei denselben wenig variabel) an Bedeutung ganz zurücktritt, nämlich das Structurverhältniss. Das letztere ist für den Habitus der Gneisse wohl kaum weniger bestimmend als die mineralogische Zusammensetzung und die Art des Glimmers im Besonderen. In nachstehender Aufzählung der Gneisse wurde versucht, beide Gesichtspunkte zu combiniren, wobei bald dem einen, bald dem anderen ein grösseres Gewicht beigelegt wurde. Entstand so auch eine Gruppirung, in welcher die einzelnen Gruppen einander nicht gleichwerthig sind, so wurde doch dadurch eine zu weitgehende Zergliederung vermieden, und es blieb die Möglichkeit einer leichteren Übersicht der hauptsächlichsten Varietäten, in welchen der Gneiss der argentinischen Pampas-Sierren in der untersuchten Sammlung auftritt, gewahrt. Zweck der nachstehenden Eintheilung soll es ja keineswegs sein, eine völlig naturgemässe, allen Gesichtspunkten zugleich gerecht werdende Gliederung des Gesteinstypus „Gneiss“ zu liefern — eine Aufgabe, welche wohl überhaupt keiner voll befriedigenden Lösung zugeführt werden kann, — sondern einzig und allein, ein Bild zu geben über die verschiedenen Ausbildungsweisen des Gneisses und die Verbreitung derselben in einem bestimmten Gebiete. Es schien mir dazu nicht nothwendig, alle in der Sammlung enthaltenen Handstücke anzuführen; namentlich wo von einem Fundpunkte mehrere verschiedene herstammten, habe ich den-

selben nur bei einer oder wenigen Varietäten angegeben. Doch wurde bei der Auswahl darauf Bedacht genommen, dass aus der Anzahl der unter jeder Gruppe angeführten Namen die Verbreitung der betreffenden Varietäten entnommen werden könnte, soweit dies aus einer Sammlung von Handstücken zu ersehen überhaupt möglich ist. Innerhalb der einzelnen Gruppen wurden die Handstücke nach den in der geologischen Einleitung angegebenen Zügen aufgeführt und innerhalb der einzelnen Züge im Allgemeinen von Nord nach Süd angeordnet. Jedem Fundorte sind die geographischen Coordinaten beigefügt. Die hinter die Namen in Klammer gesetzten Buchstaben geben die Provinz an. (C. = Catamarca, Cb. = Cordoba, L. R. = La Rioja, S. = Salta, S. J. = San Juan, S. L. = San Luis.) Bei mehreren hinter einander folgenden, in einer Provinz gelegenen Fundorten wurden diese Abkürzungen nur dem ersten beigefügt.

Die weitaus grösste Anzahl der Gneisse sind Biotitgneisse. Denselben sind auch an passender Stelle die durch besonderen Reichthum an accessorischen Mineralien ausgezeichneten Handstücke angereiht worden. Aus denselben besondere Gruppen zu bilden, konnte ich mich nicht entschliessen; denn die accessorischen Mineralien überwiegen doch nie den Biotit, machen eben stets nur den Eindruck unwesentlicher Gemengtheile; und eine auf „unwesentliche Mineralien" begründete Eintheilung der Gesteine scheint mir zu weit zu gehen. Auch ist es klar, dass zwei an einem und demselben Mineral, z. B. Granat, besonders reiche Gesteine trotz dieser gemeinschaftlichen Eigenschaft einander sehr unähnlich sein können.

1. Eine besonders reichhaltige Gruppe bilden die gleichmässig mittelkörnigen, im Allgemeinen deutlich schieferigen, grauen, normalen Biotitgneisse. Sie sind vorhanden von den Fundorten:

II. Zug. Lurucatao (S.) 25° 16′ S. B., 66° 26′ W. L. (v. Greenw.).
Atacamara südl. Cormpuel 25° 59′ S. B., 66° 38′ W. L.
Agua del Burro, Paganzo (L. R.) 30° 13′ S. B., 67° 20′ W. L.
Quebrada del Peñon (S. J.) 30° 20′ S. B., 68° 1′ W. L.
III. Zug. Cerro Bayo südwestl. Jacimana (S.) 26° 10′ S. B., 66° 38′ W. L.
IV. Zug. Tolombon 26° 13′ S. B., 65° 58′ W. L.
Aguadita, Llanos (L. R.) 31° 7′ S. B., 66° 19′ W. L.

V. Zug. Cuesta de la Moyes östl. Pilciao (C.) 27° 38′ S. B., 66° 8′ W. L.
Cuesta de Joyango 28° 0′ S. B., 66° 5′ W. L.
Tigre westl. Cantana (S. L.) 32° 15′ S. B., 65° 34′ W. L.
VI. Zug. Cuesta del Totoral (C.) 28° 5′ S. B., 65° 33′ W. L.
Cuesta de Altantina (Cb.) 31° 48′ S. B., 65° 13′ W. L.
VII. Zug. Cuesta de Uspara 32° 47′ S. B., 65° 2′ W. L.
VIII. Zug. Tacuru südl. Rio Segundo 32° 2′ S. B., 64° 28′ W. L.
Salto, Rio Tercero 32° 11′ S. B., 64° 16′ W. L.
IX. Zug. Chacras Viejas östl. Tulumba 30° 24′ S. B., 64° 3′ W. L.

Durch reichliche Granatführung ausgezeichnet ist:

VII. Zug. Amboy 32° 10′ S. B., 64° 36′ W. L.

2. Den angeführten in allem Übrigen ganz ähnlich, nur wegen des röthlichen Feldspathes nicht mehr als graue, sondern als rothe Biotitgneisse zu bezeichnen, sind die folgenden:

II. Zug. Ramblones nördl. Famatina (L. R.) 28° 48′ S. B., 67° 38′ W. L.
III. Zug. Porrongo, Sa. de Malanzan 30° 52′ S. B., 66° 39′ W. L.
Mina S. Antonio, S. Francisco (S. L.) 32° 36′ S. B., 66° 10′ W. L.
Zwischen Carolina und Cañada Honda 32° 50′ S. B., 65° 5′ W. L.
VI. Zug. Mina Fortuna, S. Martin 32° 21′ S. B., 65° 31′ W. L.
Vallecito, Bañado, S. Pablo 32° 39′ S. B., 65° 22′ W. L.
VII. Zug. Corito, Candelaria (Cb.) 31° 3′ S. B., 64° 55′ W. L.
Characate 31° 5′ S. B., 64° 46′ W. L.
Nördl. Achiras, Rio Cuarto 33° 10′ S. B., 65° 0′ W. L.
VIII. Zug. Cunicuto östl. S. Marcos 30° 48′ S. B., 64° 36′ W. L.

3. Zu den beiden angeführten Gruppen gehören als grobkörnigere, flasigere Varietäten:

a) graue:

II. Zug. Lurucatao s. l. II.
Atacamara s. l. II.
III. Zug. Cuesta de Sigud, zwischen Rioja und Chilecito, Sa. Velasco (L. R.) 29° 24′ S. B., 67° 10′ W. L.

b) rothe:

III. Zug. Uyubil nördl. Antinaco, westl. Fuss der Sa. Velasco 28° 41′ S. B., 67° 24′ W. L.
IV. Zug. Nacimientos, Quebrada de Sanogasta 29° 22′ S. B., 67° 4′ W. L.

4. Ebenso schliessen sich an die unter 1. und 2. genannten eine Anzahl feinkörnigerer Biotitgneisse an, wobei die Farbe des Feldspathes, zumal derselbe etwas gegen den Quarz zurücktritt, auf das Aussehen des Gesteins nur geringen Einfluss ausübt im Vergleich zu dem in zahlreichen kleinen Blättchen auf den Schieferungsflächen liegenden Biotit. Die Schieferung

tritt besonders deutlich hervor, und da zugleich eine etwas zuckerkörnige Textur Platz greift, so gewähren ein ganzer Theil der unter dieser Gruppe aufgeführten Gneisse einen einigermaassen an Sandstein erinnernden Anblick:

IV. Zug. Tolombon s. l. IV.
Quebrada de Muchaya w. Andalgala (C.) 37° 30′ S. B., 66° 28′ W. L.
Cienego nördl. Olta, Llanos (L. R.) 30° 28′ S. B., 66° 13′ W. L.
Quebrada de Olta, Llanos 30° 37′ S. B., 66° 20′ W. L.
V. Zug. Cuesta de Singuil (C.) 27° 42′ S. B., 65° 57′ W. L.
Calera nordwestl. Catamarca 28° 26′ S. B., 65° 50′ W. L.
VI. Zug. Vilismano 28° 33′ S. B., 65° 24′ W. L.
Östl. Recreo 29° 18′ S. B., 65° 5′ W. L.
Condorguasi, Rio de los Sauces (Cb.) 31° 53′ S. B., 65° 10′ W. L.

Wohl am besten an dieser Stelle können die Cordierit führenden, feinkörnigen, dunklen, weniger deutlich schieferigen Biotitgneisse von

II. Zug. Paganzo (L. R.) 30° 14′ S. B., 67° 19′ W. L.
V. Zug. Laguna Larga (S. L.) 32° 16′ S. B., 65° 45′ W. L.

sowie der schwarze, an Granat reiche Gneiss von

II. Zug. Quebrada del Peñon s. l. II.

angeführt werden.

Ebenso seien hier am Schlusse der Biotitgneisse die freilich nicht ganz einander ähnlichen Hornblende enthaltenden zusammengestellt:

II. Zug. Quebrada del Peñon s. l. II.
Angulos nördl. Famatina (L. R.) 28° 38′ S. B., 67° 38′ W. L.
III. Zug. Cuesta del Palmar, Carolina (S. L.) 32° 43′ S. B., 66° 5′ W. L.
VI. Zug. Piscoyamo östl. Sta. Rosa (S. L.) 32° 25′ S. B., 65° 24′ W. L.

5. Weit sparsamer als die Biotitgneisse sind die Muskovitgneisse in der Sammlung vertreten. Sie haben ausnahmslos eine lichte, meist röthliche Färbung. Die Schieferung, obwohl stets vorhanden, ist nicht so deutlich wie bei den Biotitgneissen, weil der Gegensatz zwischen hellen und dunklen Lagen fehlt und sie überhaupt glimmerarmer sind als jene. Es sind folgende:

III. Zug. Antinaco (L. R.) 28° 41′ S. B., 67° 22′ W. L.
Puesto, Carolina (S. L.) 32° 46′ S. B., 66° 10′ W. L.
IV. Zug. Sauce, Quebrada de la Rioja (L. R.) 29° 24′ S. B., 67° 3′ W. L.
Quebrada de la Rioja 29° 25′ S. B., 67° 0′ W. L.
VII. Zug. Quebrada de Cristo (Cb.) 31° 0′ S. B., 64° 53′ W. L.
Lajas nördl. Achiras, Rio Cuarto 33° 9′ S. B., 64° 55′ W. L.

6. Auch von typischen Zweiglimmergneissen enthält die Sammlung nur wenige Stücke; dieselben schliessen sich ihrem Habitus nach zumeist an die unter 1. und 2. angeführten Biotitgneisse an. Es sind folgende:

IV. Zug. Tolombon s. 1. IV.
V. Zug. Miraflores südwestl. Catamarca (C.) 28° 37′ S. B., 65° 55′ W. L.
VI. Zug. Cumbre de Don Diego, Sa. de Ancasti 29° 21′ S. B., 65° 37′ W. S. Potranea muerta zw. Timon und Renca (S. L.) 32° 45′ S. B., 65° 26′ W. L.
VII. Zug. Estanzuela (Cb.) 32° 49′ S. B., 65° 4′ W. L.

7. Einige Handstücke, wiewohl im Einzelnen von einander verschieden, haben als gemeinsamen Zug eine auffallende Glimmerarmuth:

III. Zug. Papachacra, nördl. S. Fernando, Belen (C.) 27° 2′ S. B., 66° 58′ W. L.
IV. Zug. Quebrada de Olta s. 4. IV.
VIII. Zug. Mina Tauro, Rio Segundo (Cb.) 31° 52′ S. B., 64° 28′ W. L.

von besonders abweichendem Habitus ist:

II. Zug. Ischialasto zwischen Quebrada del Peñon und Salinas de Bustos (Grenze von S. J. und L. R.) 30° 14′ S. B., 67° 49′ W. L.

Hierher wären auch die zweifelhaften (s. S. 53) Gneisse

II. Zug. Cerrillos südl. Laguna blanca (C.) 26° 40′ S. B., 67° 59′ W. L.
IV. Zug. Visvis westl. Andalgala 27° 24′ S. B., 66° 34′ W. L.

zu stellen.

8. Von allen anderen abweichend sind einige mikrokrystalline, z. Th. fast dichte, nahezu massig erscheinende, dunkle Biotitgneisse:

II. Zug. Cabi südl. Antofagasta (Chile früher Bolivia) 26° 21′ S. B., 67° 7′ W. L.
Peñas Chicas, ebend. 26° 32′ S. B., 67° 17′ W. L.
VI. Zug. Piscoyamo s. 4. VI.
VIII. Zug. Quilino (Cb.) 30° 14′ S. B., 64° 30′ W. L.
IX. Zug. Zw. S. Francisco del Chañar und Piedras Anchas 29° 48′ S. B., 63° 51′ W. L.

9. Eine besondere Gruppe bilden die porphyrartigen und Augengneisse, welche durch Übergänge namentlich mit den unter 1. genannten verbunden sind. Es sind durchweg Biotitgneisse. In der schwarzen, seltener röthlichen oder grünlichen, meist glänzenden Grundmasse liegen Feldspäthe von oft rother Farbe, so dass diese Gesteine ein buntes Aussehen bekommen:

I. Zug. Puntillos oberhalb Tambillos (L. R.) 28° 59′ S. B., 68° 53′ W. L.
III. Zug. Nordwestl. Cerro negro östl. Copacabana (C.) 28° 12′ S. B., 67° 12′ W. L.
Zw. S. Francisco und Monigote (Cerro Esquina) (S. L.) 32° 45′ S. B., 66° 10′ W. L.
IV. Zug. Rio Cardones, Peñas blancas, Sa. del Cajon, westl. Cafayate (S.) 26° 1′ S. B., 66° 13′ W. L.
Quebrada del Tigre, westl. Cuesta de Sigud (L. R.) 29° 26′ S. B., 67° 15′ W. L.
VII. Zug. Musi (Cb.) 31° 25′ S. B., 65° 4′ W. L.
Mina de S. Pedro, Algarrobos östl. Ambul 31° 29′ S. B., 65° 3′ W. L.
Cumbre de la Carpinteria 32° 27′ S. B., 65° 0′ W. L.

10. Schliesslich haben einige wenige Gesteine einen granulitähnlichen Charakter, und da sie nach Prof. Brackebusch entschieden höheren Lagen angehören, können sie wohl als Granulite bezeichnet werden.

I. Zug. Agua del Conejo, Nordspitze des Pié del Palo (S. J.) 31° 3′ S. B., 68° 4′ W. L.

ferner der Biotitgranulit von

II. Zug. Oberhalb Peñon südl. Antofagasta (Chile früher Bolivia) 26° 22′ S. B., 67° 9′ W. L.

und der Turmalingranulit von

IV. Zug. Rio Cardones s. 9. IV.

Glimmerschiefer.

Die Glimmerschiefer treten in der Sammlung bei Weitem gegen die Gneisse zurück, erscheinen gleichsam als ein Anhang zu denselben. Sie können auch hier kürzer abgehandelt werden, da eine eingehende Darstellung derselben zum grössten Theil nur auf eine Wiederholung des bei den Gneissen Gesagten herauskäme, nur dass bei den Glimmerschiefern eine weit grössere Einförmigkeit herrscht, als bei jenen. Ich beschränke mich daher hier auf eine kurze Charakteristik derselben und Anführung einzelner erwähnenswerther Beobachtungen.

Die Gemengtheile und accessorischen Mineralien sind fast völlig dieselben wie bei den Gneissen, nur dass dem Feldspath bei den Glimmerschiefern bloss der Rang eines accessorischen Minerals zukommt. Derselbe fehlt jedoch beinahe nie, öfters bildet er sogar grössere Flasern. Gewöhnlich ist er Orthoklas, aber auch Plagioklase treten auf; darunter Mikroklin selten.

Vom Quarz der Glimmerschiefer gilt dasselbe, wie von dem der Gneisse, namentlich hinsichtlich seines Reichthums an Flüssigkeitseinschlüssen.

Von den Glimmern treten gewöhnlich helle und dunkle zusammen auf, wobei zuweilen die einen zu den anderen quergestellt sind. Oft bildet ein heller, flockiger, sericitartiger Glimmer gleichsam den Untergrund, in welchem regelmässiger begrenzte Muskovit- oder Biotitblättchen eingelagert sind. Der Biotit ist oft reich an durch Zirkoneinschlüsse verursachten, pleochroitischen Höfen. Die Abscheidung von Rutilnädelchen bei Bleichung des Biotits wurde auch in den Glimmerschiefern beobachtet.

Von accessorischen Mineralien spielen nur Granat und Turmalin eine grössere Rolle. Besonders reich an ersterem ist der Muskovitbiotitglimmerschiefer von Cerros Largos (S. Luis). Im Dünnschliff erscheinen die zahllosen, kleinen Granaten in farblosen, ziemlich regelmässig begrenzten Durchschnitten mit dichtgehäuften, centralen Einschlüssen von Mineralien, ganz besonders aber von Flüssigkeit, so dass sie einen überraschend ähnlichen Anblick, wie manche Leucitvorkommnisse gewähren. In ähnlicher Weise, wie der Granat, sind auch die übrigen Gemengtheile des Schiefers, Biotit, Muskovit und Quarz, von Einschlüssen siebartig durchlöchert.

Einzelne hellbräunliche, dichte Glimmerschiefer, z. B. der von Cañada Quemada (S. Luis), führen auf ihren glänzenden Schieferungsflächen zahlreiche, zerstreute, schwarze Turmalinnädelchen. Besonders grossen Turmalin enthält der Muskovitglimmerschiefer von Rio Luluara (S. Luis). Ersterer ist ganz gespickt mit kleinen, hellen Zirkonkörnchen, um welche deutliche, pleochroitische Höfe auftreten. An kleineren Turmalinkrystallen kann man u. d. M. in prismatischen Durchschnitten oft die hemimorphe Ausbildung nach der Hauptaxe beobachten.

Eisenerz findet sich gewöhnlich in fein vertheilter Form. Besonders reich daran, wohl untermischt mit kohliger Substanz, ist der dichte, tiefschwarze und Andeutung von Griffelschieferung zeigende Biotitglimmerschiefer zwischen Nacimientos und Tambillos, Chaschuil, Rio Guandacol (La Rioja). Hier tritt sogar in manchen Lagen der Biotit ganz gegen jenes zurück.

Recht verbreitet ist auch der Eisenglimmer. In auffallender Menge erscheinen die rothen Blättchen in einem auf den Schieferungsflächen fast metallisch glänzenden, gelbbraunen Glimmerschiefer von der Cuesta de Altantina (Cordoba). Sie haben durchweg einen dunkleren Kern und einen helleren Rand.

In geringerer Menge, aber fast in jedem Schiefer, finden sich Zirkonkörner. Weniger häufig, doch, wenn vorhanden, meist reichlich, findet man Rutil, z. B. in dem harten, schwarzen Biotitglimmerschiefer von Boca del Rio de los Sauces (Cordoba). Von dem begleitenden Zirkon unterscheidet man ihn, auch wenn Andeutungen in der Form fehlen, leicht zwischen gekreuzten Nicols. Während jener die lebhaftesten Interferenzfarben aufweist, erscheint der Rutil wegen seiner ausserordentlich hohen Doppelbrechung bei der gewöhnlichen Dicke der Dünnschliffe schon in den verblassten Farben höherer Ordnungen. Dagegen ist er ziemlich schwer von dem gleich ihm zahlreich vorkommenden Titanit zu trennen, wenn letzterer ebenfalls in farblosen oder schwach gefärbten, unregelmässigen Körnern auftritt. Ist die Anwendung convergenten Lichtes wegen der Kleinheit der Individuen nicht möglich, wie z. B. in den aus beiden Mineralien gebildeten Anhäufungen, wo sich dieselben theilweise überlagern, so ist eine absolut sichere Scheidung beider überhaupt nicht vorzunehmen. Neben dem titankieselsauren Kalk tritt in dem erwähnten Glimmerschiefer auch wieder reichlich der phosphorsaure auf; in den anderen Glimmerschiefern wird der Apatit sparsamer angetroffen. Er bildet, wie in den Gneissen, fast stets unregelmässige Körner.

In den gneissähnlichen Glimmerschiefern erscheint auch noch Sillimanit in einzelnen oder zusammengeschaarten Nadeln, doch nicht in den typischen Fibrolithlinsen, wie bei den Gneissen.

Auch Epidot kommt in den Glimmerschiefern als anscheinend primärer Gemengtheil vor — in dem Sinne „primär“, als eine Entstehung aus anderen Mineralien durch Verwitterung nicht erkennbar ist.

Hin und wieder finden sich kleine farblose Spinelle in rundlichen Körnchen.

Über das Vorkommen der Glimmerschiefer macht Prof. Brackebusch noch folgende nähere Angaben:

Zug I und II fallen mit den bei den Gneissen angegebenen Zügen zusammen.

Ein Zug IIIa läuft innerhalb Zug III der Gneisse von Lujan über die Cañada Quemada zum Tomalasta und über den Pancanta zum Volcan bei S. Luis.

Zug IIIb streicht zwischen Zug III und V von Quines über die Mesillos nach Pantanillo, Rio Luluara, den Cerros Largos und weiter südlich zur Yerbe Buena.

Zug IV fällt zusammen mit Zug VI der in der geologischen Einleitung angegebenen Züge.

Zug IVa zieht in der Prov. Cordoba von Carmen über Yatan nach Altantina und der Boca de la Quebrada de los Sauces.

Zug V ist identisch mit Zug VII der oben angeführten.

1. Als Gneissglimmerschiefer kann bezeichnet werden der durch Feldspathaugen ausgezeichnete Biotitglimmerschiefer:

Zug V Mina de San Pedro, Algorrobos, östl. Ambul (C.) 31° 29′ S. B., 65° 3′ W. L.

2. Dadurch, dass sie auf den Querbrüchen noch deutlich die Abwechselung von Quarz- und Glimmerlagen erkennen lassen, stehen den Gneissen noch nahe die schwarzen Biotitglimmerschiefer:

Zug I. Agua negra nördl. Jaguel (L. R.) 28° 14′ S. B., 68° 36′ W. L.
Zug IVa. Cuesta de Altantina (C.) 31° 48′ S. B., 65° 13′ W. L.
Zug V. Guaico, Dep. Minas 31° 0′ S. B., 65° 11′ W. L.
Mina S. Augustin, Rearte, S. Carlos 31° 8′ S. B., 65° 4′ W. L.

Muskovitglimmerschiefer, ziemlich grobkörnig, sind:

Zug IIIa. Brete zw. Villa de la Quebrada und Totoral (S. L.) 33° 3′ S. B., 66° 11′ W. L.
Zug IIIb. Rio Luluara 32° 45′ S. B., 65° 52′ W. L.

3. Muskovit-Biotitglimmerschiefer von hellbräunlicher Farbe, in denen man makroskopisch noch die einzelnen Gemengtheile erkennen kann (namentlich die grösseren Muskovitblättchen) sind:

Zug IIIa. Quebrada de las Higueritas, S. Francisco (S. L.) 32° 28′ S. B., 65° 56′ W. L.
Filo de Piedra 32° 32′ S. B., 65° 57′ W. L.
Cerro de Tomalasta 32° 49′ S. B., 66° 7′ W. L.
Weg von Carolina nach Cañada Honda 32° 50′ S. B., 65° 54′ W. L.
Zug IIIb. Cerros Largos 32° 50′ S. B., 66° 5′ W. L.

4. Von ähnlichem Aussehen, nur dichter sind:

Zug IIIa. Weg von Lujan nach Cañada Quemada 32° 29′ S. B., 65° 56′ W. L. Cañada Quemada (S. L.) 32° 31′ S. B., 65° 56′ W. L.
Zug IIIb. Zw. Biscarheras und Cerros Largos 32° 50′ S. B., 65° 53′ W. L.
Zug IVa. Cuesta de Altantina (Cb.) s. o.

5. Eine letzte Gruppe wird gebildet von dichten, harten, schwarzen Biotitglimmerschiefern:

Zug I. Agua del Conejo, nördl. Spitze des Pié del Palo (S. J.) 31° 3′ S. B., 68° 4′ W. L.
Zug II. Lurucatao (S.) 25° 16′ S. B., 66° 26′ W. L.
Zug IIIa südl. Chacarita, nördl. Carolina (S. L.) 32° 43′ S. B., 66° 5′ W. L.
Zug IVa Boca del Rio de los Sauces (Cb.) 31° 53′ S. B., 65° 9′ W. L.

wohin auch der an Eisenerz reiche zu stellen ist:

Zug I. Zw. Nacimientos und Tambillos, Chaschuil, Rio Guandacol (L. R.) 27° 14′ S. B., 68° 31′ W. L.

Phyllite.

Als Phyllite können zwei Gesteine der Sammlung bezeichnet werden. Es sind grüne, glänzende Schiefer, die im Aussehen den Sericitschiefern sehr nahe stehen. Die mikroskopische Untersuchung lässt als ihre hauptsächlichen Gemengtheile Quarz und Chlorit, untergeordnet Schüppchen hellen Glimmers, und als accessorische Mineralien reichlich Rutil (gern in knieförmigen Zwillingen) und Turmalinnädelchen erkennen. Sie stammen von den Fundorten:

Zug IIIa. Nördl. Carolina (S. L.) 32° 47′ S. B., 66° 9′ W. L.
Zug IVa. Cuesta Yatan westl. Pocho (Cb.) 31° 28′ S. B., 65° 23′ W. L.

Quarzite.

Verhältnissmässig reich ist die Sammlung an Quarziten. Abgesehen von mehr oder minder reichlich beigemengten Schüppchen von Chlorit oder hellem (nie dunkelem) Glimmer sind sie sehr arm an accessorischen Mineralien. Nur Magneteisen findet sich reichlicher, in dem Quarzit von Yatan (Cordoba) in scharf begrenzten, kleinen Oktaëdern. In demselben sowie in dem ihm ähnlichen von Cabi südlich von Antofagasta (Chile, früher Bolivia) tritt ziemlich zahlreich ein optisch zweiaxiges, positives Mineral auf, welches durch zahllose, besonders im Innern der Krystalle angehäufte und nicht bis an den Rand herantretende Flüssigkeitseinschlüsse ein so charakteristisches Ansehen erhält, dass es sich trotz seiner

sehr schwachen Lichtbrechung und Doppelbrechung deutlich aus dem übrigen Mineralgemenge heraushebt. Die vorzugsweise länglichen Durchschnitte werden gewöhnlich von dem gelblichgrünen Glimmer umrandet, welcher stellenweise in dieselben hineinzugreifen scheint. Auch an Sprüngen in dem Mineral ist zuweilen eine schwache Verfärbung bemerkbar. Hiernach dürfte dasselbe am wahrscheinlichsten als Cordierit anzusehen sein.

Die Farbe der Quarzite ist zumeist eine helle, seltener, wie die desjenigen vom Cerro del Tomalasta (S. Luis), eine dunkele.

Einige, so die von Juspe, Candelaria, und namentlich von Estancia de Quiroga nördl. Tomalasta (S. Luis) sind deutlich geschiefert. Ein Quarzit westlich Carolina (S. Luis) erinnert in seiner Textur sehr an die sogenannten Puddingsteine, indem rundliche oder längliche Partien von dunkeler Farbe in einer helleren, röthlichen Masse eingebettet liegen. Namentlich deutlich tritt dieses Gefüge beim Anschleifen hervor. U. d. M. erscheinen die dunklen, eingesprengten Partien von etwas grösseren Quarzkrystallen zusammengesetzt, als die Zwischenmasse.

Die Quarzite stammen von folgenden Fundpunkten:

Zug II. Cabi südl. Antofagasta (Chile früher Bolivia) 26° 21′ S. B., 67° 7′ W. L.

Zug IIIa. Estancia (de Quiroga) nördl. Tomalasta (S. L.) 32° 44′ S. B., 66° 6′ W. L.

Fuss des Cerro de la Virjen, nördlich Tomalasta 32° 47′ S. B., 66° 7′ W. L.

Westl. Carolina 32° 47′ S. B., 66° 9′ W. L.

Cerro del Tomalasta, westl. Abhang 32° 49′ S. B., 66° 8′ W. L.

Cerro Blanco südl. Carolina 32° 53′ S. B., 66° 10 W. L.

Zug IVa. Cuesta Yatan westl. Pocho (Cb.) 31° 28′ S. B., 65° 23′ W. L.

Zug V. Yuspe, Candelaria 31° 5′ S. B., 64° 54′ W. L.

Thesen.

1. Der Isomorphismus muss als specieller Fall der Morphotropie aufgefasst werden.
2. Von den Versuchen zur Erklärung der optischen Anomalien verdient die auf Annahme nachträglicher innerer Umlagerungen beruhende Deutung in den meisten Fällen den Vorzug vor derjenigen, welche die betreffenden Minerale als ursprünglich aus Theilen niederer Symmetrie aufgebaut betrachtet.
3. Eine gründliche petrographische Untersuchung der Sedimentgesteine darf nicht länger hinausgeschoben werden, und steht von derselben ein erheblicher Fortschritt in der Erkenntniss der Bildungsweise der Gesteine zu erwarten.

Fig. 1.

Fig. 5.

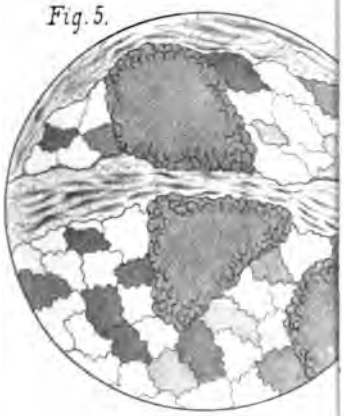

Fig. 6.

Fig. 10.

B. Kühn gez.

Fig. 1.

Fig. 5.

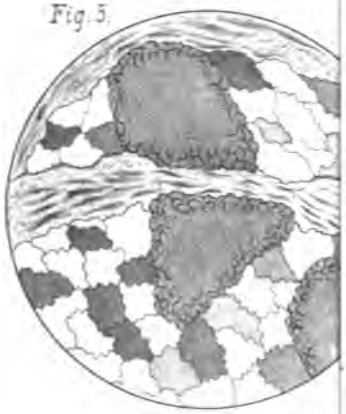

Fig. 6.

Fig. 10.

B. Kühn gez.

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below.

552.44 .K95 C.1
Untersuchungen an altkrystalli
Stanford University Libraries
3 6105 032 145 984
Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. MAR. 21, 1906